

Aus der Orthopädischen Klinik und Poliklinik der
Freien Universität Berlin im Oskar-Helene-Heim
Geschäftsführender Direktor: Prof. Dr. G. Friedebold

Die Skoliosebehandlung mit dem Boston-Korsett

Eine Analyse der Behandlungsergebnisse

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an den medizinischen Fachbereichen
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Thomas Sander
aus Berlin

1903





Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546605_0048

Druck: Copy-Center in Dahlem
Ladenbergstraße 2-4
1000 Berlin 33
Tel. 831 40 25

Aus der Orthopädischen Klinik und Poliklinik der
Freien Universität Berlin im Oskar-Helene-Heim
Geschäftsführender Direktor: Prof. Dr.G.Friedebold

Die Skoliosebehandlung mit dem
Boston-Korsett
Eine Analyse der Behandlungsergebnisse

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an den medizinischen Fachbereichen
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Thomas Sander
aus Berlin

Referent: Prof. Dr. G. Friedebold

Korreferent: Prof. Dr. F. Hofmeister

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fachbereiche
der Freien Universität Berlin

Promoviert am: 27. 10. 1983

	<u>Inhaltsverzeichnis</u>	Seite
A	<u>Einleitung</u>	
1	Definition und Aufgabenstellung	7
2	Historische Entwicklung der Skoliosebehandlung	8
2.1	Konservative Skoliosebehandlung	8
2.2	Operative Skoliosebehandlung	9
B	<u>Literaturüberblick</u>	
1	Terminologie	10
1.1	Strukturelle - kompensatorische Krümmung	10
1.1.1	Strukturelle Krümmung	10
1.1.2	Kompensatorische Krümmung	10
1.2	Skoliotische Fehlhaltung	11
2	Ätiologische Klassifizierung	11
3	Epidemiologische Erhebungen	13
3.1	Skoliosehäufigkeit	13
3.2	Geschlechtsverteilung	13
3.3	Häufigkeit behandlungsbedürftiger Skoliosen	13
4	Prognose	14
4.1	Einfluß des Alters bei Erkrankungsbeginn	14
4.2	Bedeutung der Krümmungslokalisation	14
4.3	Bedeutung der Ätiologie	15
4.3.1	Idiopathische Skoliosen	15
4.3.2	Kongenitale Skoliosen	15
4.3.3	Skoliosen anderer Ätiologie	15
5	Allgemein- und sozialmedizinische Aspekte	16
5.1	Allgemeinmedizinische Probleme	16
5.1.1	Genetische Beratung	16
5.1.2	Schwangerschaft	16
5.1.3	Rückenschmerzen	16
5.1.4	Lähmungen	17
5.1.5	Lungenfunktion	17
5.1.6	Lebenserwartung	17
5.2	Sozialmedizinische Aspekte	17
5.2.1	Soziale Aspekte	17
5.2.2	Psychosoziale Aspekte	18
5.2.3	Screening-Programme	19

6	Behandlungsindikation	20
7	Konservative Behandlung	21
7.1	Verlaufsbeobachtung	21
7.2	Krankengymnastik	21
7.3	Elektrostimulation	21
7.4	Korsettbehandlung	22
7.4.1	Milwaukee-Korsett	23
7.4.2	Lyoner- oder Stagnara-Korsett	23
7.4.3	Chêneau-Korsett	24
7.4.4	Boston-Korsett	24
7.5	Nebenwirkungen der Korsettbehandlung	26
7.5.1	Körperliche Nebenwirkungen	26
7.5.2	Psychologische Auswirkungen	27
C	<u>Aufgabenstellung</u>	28
D	<u>Untersuchungsmaterial und Methode</u>	28
1	Untersuchungsmaterial	28
1.1	Abgrenzung des Patientenguts	28
2	Methode	29
2.1	Festlegung der Behandlungskriterien	30
2.1.1	Behandlungsindikation	30
2.1.2	Behandlungsbeginn	30
2.1.3	Primärkontrolle im Korsett	30
2.1.4	Verlaufsuntersuchungen	31
2.1.5	Entwöhnungsbeginn	31
2.1.6	Behandlungsende	31
2.1.7	Behandlungsabschluß	32
2.2	Allgemeine Patientendaten	32
2.3	Klinische Untersuchung	33
2.3.1	Beckentiefstand	33
2.3.2	Rippenbuckel	33
2.3.3	Lendenwulst	33
2.3.4	Thoraxüberhang	33
2.4	Röntgenuntersuchung	33
2.4.1	Definitionen	33

2.4.2	Einteilung nach Skoliosetyp	34
2.4.3	Messung des Krümmungswinkels	35
2.4.4	Messung der Wirbelrotation	35
2.4.5	Bestimmung des Rotationsindex	35
2.5	Statistische Methode	36
E	<u>Ergebnisse</u>	37
1	Allgemeine Patientendaten	37
1.1	Geschlechtsverteilung	37
1.2	Ätiologie	37
1.3	Reifeentwicklung bei Behandlungsbeginn	38
1.3.1	Chronologisches Alter	38
1.3.2	Risserstadium	38
1.3.3	Zeitlicher Abstand der Menarche	40
1.4	Skoliosetyp	40
1.5	Krümmungsausdehnung	40
1.6	Scheitelwirbel- und Seitenlokalisation	41
1.7	Schweregrad der Skoliose	42
1.8	Behandlungsstand	42
2	Ergebnisse der Röntgenuntersuchung	43
2.1	Behandlungsverlauf der Krümmungswinkel	43
2.1.1	Ausgangsbefund	43
2.1.2	Primärkorrektur	43
2.1.3	Entwöhnungsbeginn	46
2.1.4	Behandlungsende	48
2.1.5	Abschlußresultat	51
2.2	Behandlungsverlauf der Scheitelwirbelrotation n.NASH u.MOE	55
2.2.1	Ausgangsbefund	55
2.2.2	Primärkorrektur	55
2.2.3	Entwöhnungsbeginn	57
2.2.4	Behandlungsende und Behandlungsabschluß	58
2.3	Behandlungsverlauf des Rotationsindex	58
2.3.1	Ausgangsbefund	58
2.3.2	Primärkorrektur	60
2.3.3	Entwöhnungsbeginn	62
2.3.4	Behandlungsende und Behandlungsabschluß	63

3	Behandlungsverlauf klinischer Skolioseparameter	66
3.1	Beckentiefstand	66
3.2	Thoraxüberhang	67
3.3	Rippenbuckel	68
3.4	Lendenwulst	69
4	Komplikationen während der Boston-Korsett-Behandlung	69
5	Zusammenfassende Analyse der Behandlungsergebnisse	70
5.1	Beziehung zwischen der Korrektur des Krümmungswinkels und dem Skoliosetyp	70
5.2	Prognostisch wichtige Einflußgrößen für das Therapieergebnis	72
5.3	Derotatorische Korrektur	73
5.4	Korrekturverhalten der cranialen Krümmung im Behandlungs- verlauf	74
F	<u>Diskussion</u>	77
G	<u>Zusammenfassung</u>	87
H	<u>Anhang</u>	89
I	<u>Literaturverzeichnis</u>	95

A Einleitung

1 Definition und Aufgabenstellung

Unter Skoliose versteht man eine teilfixierte Wirbelsäulenverkrümmung in der Frontalebene, die mit Rotation und gestaltlicher Veränderung der Wirbel einhergeht.

Trotz intensiver Forschung bleiben bisher ca. 80 % der als idiopathisch bezeichneten Skoliosen ätiologisch ungeklärt. Jedoch haben die Forschungsergebnisse zum besseren Verständnis der Skolioseerkrankung beigetragen und bilden die Grundlage heutiger Therapiekonzepte und Richtlinien.

Die Skoliosebehandlung bleibt aber weiterhin ein therapeutisches Problem.

1958 führten BLOUNT et al. das Milwaukee-Korsett ein zur nicht-operativen Behandlung mittelschwerer Skoliosen. Seine Leistungsfähigkeit in der Kontrolle progressiver Skoliosen bei wachsenden Kindern ist durch Studien von MOE und KETTLESON (1970), EDMONSON und MORRIS (1973), NORDWALL (1973) und CARR, MOE, WINTER und LONSTEIN (1980) unbestritten.

Die Korsettbehandlung ist zum wichtigsten Stützpfeiler der konservativen Skolioseetherapie geworden. Seither wurden weitere Korsett-Systeme entwickelt mit teilweise unterschiedlichen Wirkungsprinzipien.

Erstmals 1977 stellten WATTS, HALL und STANISH das Boston-Brace-System zur Behandlung lumbaler und dorsolumbaler Skoliosen vor. Das Wirkungsprinzip dieser Derotationsorthese besteht in Umkrümmung und Derotation nach vorheriger Entlordosierung der Lendenwirbelsäule. Durch fabrikmäßig vorgefertigte Module ist die technische Anfertigung leicht. Am Patienten ist es kosmetisch unauffällig.

Seit 1978 wird das Boston-Brace-System in der Skoliosebehandlung an der Orthopädischen Klinik und Poliklinik des Oskar-Helene-Heims in Berlin angewandt.

Aufgabe dieser Arbeit wird es sein, den derzeitigen Stand und die Leistungsfähigkeit der Skoliosebehandlung im Boston-Korsett festzustellen. Die Ergebnisse und Erfahrungen sollen zur kritischen Prüfung der heutigen Behandlungsrichtlinien dienen. Im Vergleich mit anderen Korsett-Systemen soll der Stellenwert des Boston-Brace-Systems abgeschätzt und die Frage einer eventuellen Differentialtherapie erörtert werden.



2 Historische Entwicklung der Skoliosebehandlung

2.1 Konservative Skoliosebehandlung

Bereits Hippokrates (460 - 375 v.Chr.) beschreibt das Krankheitsbild und die Behandlung von Skoliosen durch Extension und Umkrümmung des Rippenbuckels. Erste Angaben über Behandlungen mit einem Korsett aus dünnem Eisenblech stammen von Ambroise Paré (16. Jahrhundert).

Bis hin zum Anfang des 20. Jahrhunderts hat sich an den Korrekturmaßnahmen von Extension und Druck wenig geändert. Bleibende Korrekturergebnisse ließen sich damit jedoch nicht erzielen. Ebenfalls gymnastische Behandlung, wie von KLAPP 1905 beschrieben, spezielle Lagerung und Pflasterverbände führten nicht zu anhaltenden Korrekturen (SHANDS et al. 1941).

Erstmals 1944 wurde das von BLOUNT und SCHMIDT aus dem Extensionsquengelpgips entwickelte Milwaukee-Korsett zur Vorbereitung von Spondylodesen und postoperativen Fixierung verwendet. Bei dieser Behandlung erkannten BLOUNT et al. 1958 den wachstumslenkenden Einfluß des Korsetts. Seit 1960 wird das Milwaukee-Korsett in Kombination mit krankengymnastischen Übungen zur Behandlung mittelschwerer Skoliosen bis 50° Cobb bei wachsenden Kindern benutzt. Durch umfangreiche Studien ist die Leistungsfähigkeit dieser Korsettbehandlung unbestritten. Nachdem erkannt wurde, daß die Extension bei mittelschweren Skoliosen keine überwiegende Bedeutung besitzt, wurde die Kinnstütze, die zu Kiefer- und Zahnanomalien führte, gegen eine Kehlkopfmahnplatte ausgetauscht. Die Korrektur erfolgt damit durch aktive Aufrichtung, Umkrümmung und Derotation. Die Korsettbehandlung ist seitdem zum wichtigsten Stützpfiler der konservativen Skolioseetherapie geworden.

Weitere Korsettsysteme wurden entwickelt, wie das Lyoner-Korsett, die Derotationsothese nach Chêneau und das Boston-Korsett. Die vielversprechenden Korrekturergebnisse des Boston-Korsetts und des Chêneau-Korsetts müssen an den langzeitigen Erfahrungen mit dem Milwaukee-Korsett gemessen werden.

Seit 1976 ist die Skolitron-Behandlung (AXELGAARD 1976) von geringgradigen Skoliosen bis 35° Cobb durch laterale, elektrische Oberflächenstimulation der konvexseitigen Muskulatur während der Nacht in Erprobung.

2.2 Operative Skoliosebehandlung

Erstmals 1911 hat HIBBS von einer Wirbelsäulenfusion bei 3 Wirbelsäulentuberkulosen berichtet. Er eröffnete damit eine effektive Operationsmethode zur Kontrolle progressiver Skoliosen. 1914 erfolgte die erste Wirbelsäulenfusion einer paralytischen Skoliose.

HIBBS' Fusionstechnik wurde später mehrfach modifiziert. COBB (1948, 1960) und MOE (1958, 1961) stellten die Ausweitung der Fusion auf die kleinen Wirbelgelenke heraus.

Unter den operativen Maßnahmen hat sich die Methode nach HARRINGTON (1962) zum Standardverfahren entwickelt. Dabei wird zur Fixierung präoperativ erzielter Korrekturergebnisse an der Konkavseite der Krümmung ein Distraktionsstab angebracht. Gelegentlich wird an der Konvexseite ein Kompressionsstab angebracht. Beide Systeme können nach COTREL durch eine Querverbindung stabilisiert werden. Die Spondylodese erfolgt über einen dorsalen Zugang.

Besonders Defekte der dorsalen Wirbelelemente sind heute Indikationen für die Operation nach DWYER (1969) und der ventralen Derotationsspondylodese (VDS) nach ZIELKE (1975). Nach einem ventralen Zugang wird eine interkorporelle Wirbelfusion durchgeführt, die nach konvexseitiger Verschraubung durch Verspannung mit einem Kabel stabilisiert wird. Damit kann eine sehr massive Krümmungskorrektur bis zu 100 % erreicht werden. Vorteil der Methode nach ZIELKE ist die gute Korrektur kyphotischer Komponenten sowie der Rotation.

Präoperativ wird zur Mobilisation der Wirbelsäulenfixierung eine intensive Extensionstherapie durchgeführt.

Dafür werden verwendet:

- a) EDF-Korsett
- b) Cotrel-Dauerextension
- c) Halo-femoral-Extension
- d) Halo-pelvic-Apparat

B Literaturüberblick

1 Terminologie

1.1 Strukturelle - kompensatorische Krümmung

Nach JAMES läßt sich die strukturelle Krümmung durch die fixierte konvexeitige Rotation klinisch am vorgebeugten Patienten von der kompensatorischen Krümmung unterscheiden.

Die Scoliosis Research Society of America hat die Begriffe "kompensatorisch" und "strukturell" als zutreffendste Bezeichnung übernommen. Diese Begriffe sollen auch in dieser Arbeit benutzt werden.

1.1.1 Strukturelle Krümmung

Synonym werden die Begriffe Haupt- oder Primärkrümmung verwendet. Die strukturelle Krümmung erkennt man klinisch bei Vorwärtsbeugung des Patienten an der fixierten Wirbelkörper- und Rippenrotation zur Konvexseite. Thorakal entsteht konvexseitig der Rippenbuckel und lumbal durch Rotation der Querfortsätze und der darüber liegenden Muskulatur der Lendenwulst.

Radiologisch erkennt man - am stärksten ausgeprägt in Höhe des Scheitelwirbels - die Rotation des Wirbelkörpers zur Konvexseite und des Processus spinosus zur Konkavseite. Wirbelkörper und Bandscheibe sind konkavseitig keilförmig deformiert. Zusätzlich erfolgt eine Wirbeltorsion besonders des Proc. spinosus zur Konkavseite.

1.1.2 Kompensatorische Krümmung

Synonym werden die Begriffe funktionelle-, sekundäre- oder Nebenkrümmung verwendet. Oberhalb und unterhalb einer strukturellen Krümmung entwickeln sich zwei entgegengerichtete, kompensatorische Krümmungen. Dadurch wird der Kopf - bedingt durch den horizontalen Augenstellreflex - wieder in eine vertikale Position gebracht. Die Summe der Winkel der beiden kompensatorischen Krümmungen entspricht ungefähr dem Krümmungswinkel der strukturellen Krümmung.

Radiologisch läßt sich gelegentlich eine Rotation des Wirbelkörpers erkennen (FERGUSON 1930, 1939), jedoch findet sich klinisch bei der Vorwärtsbeugung keine Rotation. Kompensatorische Krümmungen sind nicht fixiert und bei der klinischen Untersuchung voll ausgleichbar.

1.2 Skoliotische Fehlhaltung

Bei den skoliotischen Fehlhaltungen handelt es sich ebenfalls um kompensatorische Krümmungen.

Ursachen skoliotischer Fehlhaltungen:

- a) labile Haltung
- b) statische Verkrümmung
 - 1.) Beinlängendifferenz (NIETHARD 1982, ROMPE 1982)
 - 2.) Beckenasymmetrie (INGELMARK 1963, EDELMANN 1982)
 - 3.) ungleichmäßige, einseitige Belastungen z. B. nach Armamputation
- c) hysterische Fehlhaltung
- d) schmerzbedingte, reflektorische Zwangshaltung (RESKE 1961)
- e) Entlastungshaltung bei Organerkrankungen

Inwieweit diese Faktoren ursächlich an der Entstehung von Skoliosen verantwortlich sind, läßt sich heute noch nicht endgültig ermitteln (MORSCHER 1972, HEINE 1980, NIETHARD 1982 und ROMPE 1982). Sekundäre, strukturelle Veränderungen durch Verkürzung von Band- und Muskelapparat und knöcherne Deformierung führen zu einer Teilfixierung und damit zu einer meist geringgradigen Skoliose (MAU 1982). Als Realisationsfaktoren können sie zur Progredienz einer Skoliose beitragen und sind in jedem Fall in die Behandlung mit einzubeziehen (HEINE 1980).

2 Ätiologische Klassifizierung

Nach MAU (1982) ist die mit 70 - 80% angegebene Häufigkeit der idiopathischen Skoliosen sicherlich zu hoch. Es ist anzunehmen, daß ein Teil dieses ätiologisch uneinheitlichen Krankenguts bei genauer Untersuchung einer der folgenden angeführten Gruppen zugeordnet werden kann.

Tab. 1

Ätiologische Einteilung der strukturellen Skoliosen
nach "Scoliosis Research Society of America" (CAILLIET 1975)

idiopathische Skoliosen	posttraumatische und iatrogene Skoliosen
1. frühkindliche Skoliose resolving scoliosis (sog. Säuglingsskoliose) progrediente Skoliose böartige, frühkindliche Skoliose	1. Wirbelkörperfrakturen 2. nach chirurgischen Eingriffen
2. juvenile Skoliose	Narbenskoliosen 1. nach Lungenempyem 2. nach Verbrennungen
3. Adoleszentenkoliose neuromuskuläre Skoliosen	Skoliosen bei Dysostosen 1. dystrophischer Zwergwuchs 2. Mukopolysaccharidose (Morquio-Syndrom)
1. neuropathische Skoliose - oberes motorisches Neuron betroffen z. B. infantile Zerebralparese	Skoliosen bei M. Scheuermann
2. neuropathische Skoliose - unteres motorisches Neuron betroffen z. B. Poliomyelitis	Skoliosen nach Infektionen
3. Dysautonomie - Riley-Day-Syndrom	Skoliosen bei Tumoren
4. myopathische Skoliosen	1. Tumoren der Wirbelsäule 2. Tumoren des Rückenmarks
kongenitale Skoliosen	Skoliosen im rheumatischen Formenkreis
1. Fehler in der Wirbelkörperform	Skoliosen bei Stoffwechselstörungen
2. Segmentierungsstörungen	Skoliosen bei Aufbaustörungen des lumbosakralen Übergangs
3. Kombinationsformen	1. Spondylolysen und Spondylolisthesen 2. kongenitale Anomalien
Skoliosen bei Neurofibromatose	
Skoliosen bei mesenchymalen Störungen	
1. Marfan-Syndrom	
2. Ehlers-Danlos-Syndrom	

3 Epidemiologische Erhebungen

3.1 Skoliosehäufigkeit

Neue epidemiologische Einblicke ergeben sich aus den großen School-screening Programmen und Auswertungen von Schirmbildreihenuntersuchungen. Infolge der unterschiedlichen Auswertungskriterien ergaben sich sehr unterschiedliche Zahlenangaben. Nach KANE (1976) variierte die Prävalenz zwischen 3 auf 1000 bis 160 auf 1000. Legt man eine untere Grenze des Krümmungswinkels von 10° Cobb zugrunde, liegen die Angaben im Mittel bei 2 - 3 %.

Bei der Auswertung von 50.000 Thorax-Röntgenaufnahmen fanden SHANDS und EISBERG 1955 eine Skoliosehäufigkeit von 1,9 %. Bei 0,5 % betrug der Skoliosewinkel mehr als 20° Cobb. HEINE (1981) fand 2,8 % Dorsalskoliosen.

LOHNSTEIN et al. (1982) berichteten eine Häufigkeit von 1,2 % bei der Auswertung eines School-screening Programms in Minnesota von 250.000 Kindern. SMYRNIS et al. (1979) gaben bei ihrer Screening-Untersuchung 4,6 % an.

3.2 Geschlechtsverteilung

WYNNE-DAVIES (1968) berichtete von einem Geschlechtsverhältnis Jungen zu Mädchen von 1 : 10. BEALS (1973) gab es mit 1 : 5, SMYRNIS (1979) mit 1 : 4 und HEINE (1981) mit 1 : 5 an.

ROGALA et al. fand 1976 bei School-screening Untersuchungen bei 13-14-Jährigen ein Geschlechtsverhältnis von 1 : 1,4 (bei mindestens 5° Cobb). Bei Krümmungswinkeln über 20° Cobb überwogen die Mädchen im Verhältnis 1 : 5,4.

NACHEMSON (1976) fand bei nicht behandlungsbedürftigen Skoliosen kaum einen Geschlechtsunterschied. Nach WINTER (1975) soll das Geschlechtsverhältnis bei 10 - 11-Jährigen fast gleich sein.

Diese Zahlen sprechen für die Vermutung, daß für das Überwiegen der Mädchen in der behandlungsbedürftigen, idiopathischen Gruppe geschlechtsspezifische, hormonelle Faktoren eine Rolle spielen (MAU, 1982).

3.3 Häufigkeit behandlungsbedürftiger Skoliosen

Allgemein wird heute von 0,5 % behandlungsbedürftiger Skoliosen ausgegangen. KANE (1981) berichtete von einer Beobachtungs- oder Behandlungsbedürftigkeit bis zum Wachstumsstillstand von 2 - 2,5 % und einer Behandlungsbedürftigkeit von 0,4%.

Nach JAMES (1951), COBB (1958) und WAUGH (1966) benötigten 5 - 10% der behandlungsbedürftigen Patienten eine operative Therapie. Nach den langzeitigen Erfahrungen - besonders der amerikanischen Screening-Programme - nimmt dieser Prozentsatz durch eine frühzeitige konservative Behandlung stetig ab.

Bei grober Abschätzung für die Bundesrepublik bedeutet das, daß bei einer jährlichen Geburtenrate von 600.000 etwa 10.000 Beobachtungsbedürftige, 2.500 Behandlungsbedürftige und 150 - 200 Operationsbedürftige jedes Jahr hinzukommen.

4 Prognose

Der individuelle Erkrankungsverlauf und seine Prognose sind entscheidende Grundlagen der Behandlungsindikation. Die Progredienz einer Skoliose ist im Wesentlichen abhängig vom noch zu erwartenden Wachstum, der Lokalisation der strukturellen Krümmung und ihrer Ätiologie. Grundsätzlich gilt: Je jünger der Patient ist, je höher der Scheitelwirbel der strukturellen Krümmung liegt und je kurzbogiger die Kurve ist, umso schlechter ist die Prognose.

4.1 Einfluß des Alters bei Erkrankungsbeginn

Bis zum 10. Lebensjahr muß bei idiopathischen Skiosen nach Überschreiten eines Krümmungswinkels von 20° Cobb mit einer durchschnittlichen Progredienz von 3°- 5° Cobb jährlich gerechnet werden. Im präpubertären Wachstumsschub kann ein Progredienzmaximum von 1° Cobb pro Monat erreicht werden (RISSER 1964, HEINE, REHER 1975). Überschreitet der Krümmungswinkel nach Wachstumsabschluß 40° Cobb, so ist im Erwachsenenalter mit einer deutlichen Progredienz zu rechnen (COLLIS, PONSETI 1969, NACHEMSON 1968). Besonders bei Dorsalkrümmungen zwischen 60°- 80° Cobb beträgt die Verschlechterung ca. 1° Cobb pro Jahr.

4.2 Bedeutung der Krümmungslokalisation

Nach JAMES haben bei den idiopathischen Skiosen die Thorakalskiosen die schlechteste Prognose. 28 % erreichen mehr als 100° Cobb, 35 % liegen zwischen 70°- 100° Cobb. Die günstigste Prognose haben die Lumbalskiosen, bei denen 91 % unter 70° Cobb bleiben und keine 100° Cobb überschreitet. Die thorakolumbal, doppelkurvigen Skiosen zeigen schwerere Verläufe als die thorakolumbalen Krümmungen.

4.3 Bedeutung der Ätiologie

4.3.1 Idiopathische Skoliose

- a) infantile Skoliose: Erkrankungsalter zwischen dem 1.-3.Lebensjahr

Läßt man die 80 - 90 % der sich spontan zurückentwickelnden Schräglagenskoliosen (resolving scoliosis) beiseite, so hat die infantile, idiopathische Skoliose eine besonders ungünstige Prognose (MAU, 1981). Nach COTREL überschreiten unbehandelte Fälle fast immer 100° Cobb.

- b) juvenile Skoliose: Erkrankungsalter zwischen dem 4. und Ende des 9. Lebensjahres

Je früher der Erkrankungsbeginn, desto schlechter ist die Prognose. (s. 4.1)

- c) Adoleszentenskoliose: Erkrankungsalter zwischen 10. Lebensjahr und Skelettreife

Die Mehrzahl der Fälle bleibt unterhalb 50° Cobb.

4.3.2 Kongenitale Skoliose

Eine individuelle Prognose läßt sich aus der Analyse des Mißbildungsmusters treffen. Entscheidend ist das unterschiedliche Wachstumspotential beider Krümmungsseiten, das statische Verhalten benachbarter Wirbelsäulenabschnitte und die Prognose begleitender Mißbildungen (GÜTZE, 1978). Prognostisch ungünstig sind halbseitige Segmentationsstörungen.

4.3.3 Skoliosen anderer Ätiologie

Die Skoliose ist hier in der Regel nur ein einzelnes Symptom im Rahmen der Grunderkrankung. Die Gesamtprognose bestimmt, ob die Skoliosebehandlung eine funktionelle Verbesserung erzielen kann.

5 Allgemein- und sozialmedizinische Aspekte

Besonders bei Thorakalskoliosen entsteht eine kosmetisch störende Thoraxdeformität, deren psychologische Auswirkung nicht unterschätzt werden darf. Schwere Skoliosen führen durch sekundäre Beeinträchtigung des Herz-Lungen-Systems zur Minderung des Leistungsvermögens und der Lebenserwartung. Die psychosozialen Auswirkungen beeinflussen entscheidend die Lebensqualität des Skoliosepatienten.

5.1 Allgemeinmedizinische Probleme

5.1.1 Genetische Beratung

Bei allen genetisch determinierten, monogenen Erkrankungen, wie der Neurofibromatose oder dem Marfan-Syndrom sollte der Patient über das genetische Risiko aufgeklärt werden.

Bei den häufigen idiopathischen Adoleszentenskoliosen ist wahrscheinlich eine multifaktorelle Vererbung anzunehmen. BEALS (1973) fand bei 20% der Untersuchten eine positive Familienanamnese. Nach den Untersuchungen von WYNNE-DAVIS (1968) ist mit einer erhöhten Erkrankungswahrscheinlichkeit besonders bei Töchtern zu rechnen. Ist ein Eltern- und ein Geschwisterteil erkrankt, so ist bei einer weiteren Tochter mit einer Wahrscheinlichkeit von 42% eine Skoliose von 10° - 20° n. Cobb zu erwarten. Im Allgemeinen ist keine genetische Beratung notwendig.

5.1.2 Schwangerschaft

Bei schweren Lumbalskoliosen kann es zu Einengungen des Geburtskanals kommen, die eine Schnittentbindung notwendig machen. Cardiopulmonal gibt es fast nie Probleme. Nach PEYER (1974) haben Schwangerschaften keinen signifikanten Einfluß auf die Progredienz der Krümmung. HEINE (1980) berichtete von verstärktem Auftreten von Rückenschmerzen nach der Schwangerschaft bei Lumbalskoliosen.

5.1.3 Rückenschmerzen

Hartnäckige, therapieresistente Rückenschmerzen sind ein häufiges Symptom von Lumbalskoliosen (JAMES 1967, GESCHWEND 1972, JENTSCHURA 1973, PEYER 1975, BEYELER 1977, HEINE 1980). Als Ursache werden Muskelverspannungen, eine frühzeitige Spondylarthrose und das Drehgleiten angesehen (BEYELER 1977).

Die Stärke der Beschwerden korreliert mit dem Alter des Patienten und nicht mit dem Schweregrad der Krümmung (HEINE). COLLIS, PONSETI(1969) und NACHEMSON, BJURE (1973) fanden keine erhöhte Häufigkeit von Rückenschmerzen bei Skoliosepatienten.

5.1.4 Lähmungen

STEINLER (1949) nahm weniger als 0,5 % sekundärer Paraplegien an. Bei kongenitalen Skoliosen junger Patienten ist eine Diastematomyelie zu erwägen.

5.1.5 Lungenfunktion

Besonders thorakale Krümmungen führen zu restriktiven Ventilationsstörungen sowie ventilatorischen Verteilungsstörungen. Bei Krümmungswinkeln über 50° n.Cobb besteht eine negativ lineare Korrelation zwischen Skoliosewinkel und Vital- bzw. Totalkapazität (NACHEMSON, BJURE 1973, WESTGATE 1970, HEINE 1972, HILPERT 1975). NACHEMSON(1976) fand bei Krümmungswinkeln unter 100° n.Cobb eine Vitalkapazität von durchschnittlich 3.350 ml und bei über 100° n.Cobb nur 1.740 ml. Durch Reduktion des Perfusionsquerschnitts kommt es zu einer pulmonalen Belastungshypertonie. Die pulmonale Leistungsfähigkeit bleibt aber erstaunlich lange erhalten. Nach NACHEMSON (1976) hatten die Patienten mit cardiopulmonalen Problemen fast alle Krümmungswinkel über 100° n.Cobb. SWANK, MOE (1982) berichten von nur 20 Fällen mit Cor pulmonale bei den von ihnen untersuchten spinalen Deformitäten in den letzten 20 Jahren.

5.1.6 Lebenserwartung

NILSONNE, LUNDGREN (1968), BJURE, NACHEMSON (1973) und KOLIND-SØRENSEN (1973) fanden bei ihren Nachuntersuchungen eine zweimal so große Mortalitätsrate der unbehandelten Skoliosepatienten im Vergleich zur Normalbevölkerung. Die Lebenserwartung von Patienten mit Krümmungen unter 80° n.Cobb war annähernd normal. Bei Krümmungen über 80° n.Cobb war die Mortalitätsrate fast dreimal so hoch. COLLIS und PONSETI (1969) fanden keine Steigerung der Mortalitätsrate.

5.2 Sozialmedizinische Aspekte

5.2.1 Soziale Aspekte

In der Studie von KRENZ, POLSTER (1971) bestand keine Korrelation zwischen dem

Schweregrad der Skoliose und dem Schweregrad der körperlichen Belastung. 80 % ihrer untersuchten Patienten fühlten sich ihren Berufsanforderungen gewachsen. Allerdings sahen 57,8 % eine Mehrbelastung auf Grund ihrer Erkrankung. 32 % gaben eine berufliche Benachteiligung an. 43,3 % nahmen soziale Unterstützung in Anspruch. 80 % litten unter Schmerzen.

In HEINEs Studie über Lumbalskoliosen gaben 30,6 % eine ständige Beeinträchtigung ihrer Leistungsfähigkeit an. Die Einschränkung der Leistungsfähigkeit korrelierte mit dem Alter der Untersuchten. Nur 27 % waren bei ihrer Berufswahl beraten worden.

In NACHEMSONs (1973) und LUNDGRENs (1968) Langzeitstudien unbehandelter Skoliose- bezogen 30 % ihrer Patienten eine Invaliditätsrente.

5.2.2 Psychosozialer Aspekt

Der Skoliosepatient mit seiner äußerlich sichtbaren Rumpfverformung ("Buckel") wird von seinen Mitmenschen als "krank und behindert" wahrgenommen. In seiner Rolle als "Behinderter" wird er aus dem normalen, sozialen Leistungsgefüge herausgenommen und verliert seine soziale Gleichberechtigung. Diese negative Rollenerwartung seiner Umwelt führt zu einem verminderten Selbstwertgefühl des Patienten, der sich nun in seine "Behindertenrolle" einfügt. Deutlich wird dieser Zusammenhang durch die ständige Bemühung des Skoliosepatienten, die Sichtbarkeit seines Leidens zu verbergen (POLSTER,KRENZ; COLLIS,PONSETI).

Es ist psychologisch wichtig, in dem Patienten das Bewußtsein zu stärken, bei richtigem Einsatz voll leistungsfähig zu sein. Dem Arzt fällt damit auch die Aufgabe der Berufsberatung zu.

BENGSTON (1974) wertete psychologische Tests von Skoliosepatientinnen aus. Einerseits fand er, waren die Patientinnen durch Überempfindlichkeit und Unsicherheit mit einer Tendenz zur Dysphorie charakterisiert, andererseits zeigten sie demonstrativen Leistungswillen. Die weiblichen Skoliosepatienten hatten im Vergleich zur Normalbevölkerung eine niedrigere Heiratsrate, eine höhere Scheidungsrate, waren häufiger in psychiatrischer Behandlung und wiesen eine erhöhte Selbstmordrate auf.

5.2.3 Screening-Programme

Das Ergebnis der Skoliosebehandlung ist entscheidend von der Früherfassung der Erkrankten abhängig. Aus diesem Grunde wurden Screening-Programme entwickelt.

Als Suchmethode werden verwendet:

- a) Vorwärtsbeugetest: Beurteilung der Rückenkontur bei vorgebeugtem Patienten
- b) MOIRE-Topographie: Mit Hilfe von Höhenlinien lassen sich Asymmetrien der Körperoberfläche erfassen. Der Skoliosewinkel und das Moiré-Bild korrelieren statistisch signifikant.
- c) Thermographie
- d) Optrimetrie

In Amerika ist das Skoliose-school-screening mittlerweile in 9 Staaten gesetzlich vorgeschrieben. Untersucht werden vorwiegend 12-jährige durch fachlich geschulte Schulschwestern. Verwendet wird der Vorwärtsbeugetest.

Aus den langzeitigen Erfahrungen mit den Screening-Programmen berichtet LONSTEIN(1982), daß durch konservative Frühbehandlung die Zahl der operationsbedürftigen, idiopathischen Adoleszentenskoliosen seit 1970 stetig abnehmen. Durch Frühbehandlung verbesserten sich die operativen Behandlungsergebnisse ebenfalls. Das Programm ist kosteneffektiv.

Durch die Früherfassung von Skoliosen erhält die Korsettversorgung einen ganz neuen und bedeutenden Stellenwert in der Skoliosetherapie.

6 Behandlungsindikation

Ziel jeder Skoliosebehandlung ist eine gerade, statisch befriedigende, bewegliche und schmerzlose Wirbelsäule ohne Rumpfdeformierung. Durch Wachstumslenkung sollen strukturelle Wirbelkörperdeformierungen ausgeglichen werden. Da im 5. Lebensjahr bereits die Hälfte des Wirbelkörperwachstums abgelaufen ist, lassen sich meist nur Defektheilungen erreichen (ZIELKE, 1978). Wesentlich ist also die Frühbehandlung der Patienten.

Der individuelle Erkrankungsverlauf und seine Prognose sind entscheidende Grundlage der Behandlungsindikation. Erreichter Krümmungswinkel, noch ausstehendes Skelettwachstum, Lokalisation der Krümmung und ihre Ätiologie sind wesentliche, einflußnehmende Faktoren.

Behandlungsmaßnahmen sind Krankengymnastik, Skolitron-Behandlung, Korsettbehandlung mit Krankengymnastik und Operation, deren Indikation schematisiert vereinfacht in Tab. 2 gegeneinander abgegrenzt wird.

Tab. 2: Behandlung der idiopathischen Skoliose in Abhängigkeit vom Krümmungswinkel nach Cobb und Skelettalter

Cobb °	Redression und Korsett eventuell früh- zeitige Operation	präpubertärer Wachstumsschub	Operation	Skelett- reife	Krankengymnastik Kontrolle wenn Verschlechterung eventuell Operation
50°					
30°	Korsett und Krankengymnastik		Korsett und Krankengymnastik		Krankengymnastik (Kontrolle)
20°	Scolitron		Scolitron		
	Krankengymnastik Kontrolle		Krankengymnastik Kontrolle		Krankengymnastik
		12 14	Skelettalter (Greulich/Pyle)	17 19	

Vor einer zu schematisierten Anwendung muß gewarnt werden. Eine rasch progrediente Skoliose, die sich konservativ nicht aufhalten läßt, muß frühzeitig operiert werden. Denn auch das Ergebnis der operativen Behandlung ist entscheidend vom Ausgangsbefund abhängig.

7 Konservative Behandlung

7.1 Verlaufsbeobachtung

Ungefähr 2 % der in Screening-Programmen untersuchten 12-Jährigen haben einen Krümmungswinkel zwischen 10° - 20° n.Cobb und sind beobachtungsbedürftig. Besonders während des bevorstehenden präpuberalen Wachstumsschubs müssen engmaschige Kontrollintervalle eingehalten werden. Eine Progredienz von mehr als 5° n.Cobb sollte nicht tatenlos hingenommen werden. Nach der Progredienzerwartung kann weiter differenziert werden. So sind Mädchen mit rechtskonvexen Thorakalskoliosen im präpuberalen Wachstumsschub mindestens in zweimonatigen Abständen zu untersuchen. Die Jungen mit Lumbalskoliosen können in viermonatigen bis halbjährigen Abständen nachkontrolliert werden. Während der Beobachtungszeit kann eine krankengymnastische Behandlung indiziert sein.

7.2 Krankengymnastik

Die Krankengymnastik ist ein integraler Bestandteil der gesamten Skoliosebehandlung. Bei Kindern vor dem präpuberalen Wachstumsschub können idiopathische Skoliosen bis 20° n.Cobb unter alleiniger krankengymnastischer Übungsbehandlung überwacht werden. Nach dem Wachstumsschub erweitert sich der Indikationsbereich bis auf 30° n.Cobb.

Am häufigsten werden die krankengymnastischen Systeme nach KLAPP, NIEDERHÖFFER und SCHROT verwendet. Durch Mobilisation der Wirbelsäule und Kräftigung der Rumpfmuskulatur soll der statischen Mehrbelastung der verkrümmten Wirbelsäule entgegengewirkt werden. Die krankengymnastischen Übungen sollten mindestens zweimal pro Tag für 10 - 15 Minuten durchgeführt werden.

Wichtig ist die Erkenntnis, daß die krankengymnastische Behandlung allein eine strukturelle Skoliose nicht verbessern oder gar ihre Progredienz aufhalten kann (American Orthopaedic Association, 1941).

7.3 Elektrostimulation

Ausreichend flexible Skoliosen bis 25° n.Cobb werden z. Zt. am Oskar-Helene-Heim mit dem Skolitron-Gerät (AXELGAARD, 1976) behandelt.

Voraussetzungen:

- a) Skoliosen bis 25° n.Cobb
- b) ein zu erwartendes weiteres Skelettwachstum von mindestens 2 Jahren
- c) eine genügend große Flexibilität der Wirbelsäule. Die Aufrichtbarkeit der Skoliose in den Bending-Aufnahmen muß über 50% liegen (SCHUTT).
- d) Scheitelwirbel unterhalb Th 5

Durch laterale, elektrische Oberflächenstimulation konvexseitiger Muskelgruppen unterhalb des Scheitelpunktes kommt es während der Behandlung zu einer deutlichen Aufrichtung der Krümmung. Die Therapie wird während der Nacht durchgeführt. Die wichtigste Nebenwirkung ist eine Kontaktdermatitis an den Elektrodenauflageflächen.

Die Skolitron-Behandlung kann dem Patienten eventuell die psychisch belastendere Korsettbehandlung ersparen. Die Frühergebnisse sind vielversprechend (AXELGAARD, 1982, SCHUTT, 1982, HEINE, 1982), sodaß möglicherweise im Indikationsbereich von $15 - 25^\circ$ n.Cobb eine Alternative zur orthetischen Behandlung gegeben ist (HEINE, 1982).

7.4 Korsettbehandlung

Die Korsettbehandlung bleibt nach wie vor der wichtigste Stützpfeiler der konservativen Skoliosebehandlung. Seit der Verwendung des Milwaukee-Korsetts in der konservativen Therapie (1958) sind vielfältige, neue Korsettsysteme mit teilweise unterschiedlichem Wirkungsprinzip entwickelt worden. Durch das unterschiedliche Leistungsvermögen dieser Systeme in verschiedenen Indikationsbereichen ergibt sich heute die Möglichkeit einer Differentialtherapie. Mitentscheidend für eine optimale Korsettversorgung ist die gute Teamarbeit zwischen dem Orthopäden, dem Orthopädie-Techniker und dem Krankengymnasten.

Die immer umfangreicher werdenden Screening-Programme machen die Früherfassung von Skoliosekranken möglich. Damit erhöht sich der Wirkungsgrad der Korsettsysteme, und die Korsettbehandlung erhält einen vollkommen neuen Stellenwert.

Im Folgenden sollen die derzeit meist verwendeten Korsett-Systeme vorgestellt werden.

7.4.1 Milwaukee-Korsett

Das 1944 von BLOUNT und SCHMIDT aus dem Extensionsquengelgips entwickelte Milwaukee-Korsett ist seitdem mehrfach modifiziert worden. Das heutige Milwaukee-Korsett besteht aus einem gut anmodellierten Beckenkorb, zwei hinteren Stahlstäben, einem vorderen Aluminiumstab und dem Halsring mit 2 Okzipitalplatten und der Kehlkopfmahnpelotte. Mit Hilfe des sogenannten Spanners werden nach dem Dreipunkte-Prinzip die Pelotten angebracht. Das Korrekturprinzip des Korsetts besteht in der aktiven Aufrichtung, Krümmung und Derotation. Die Kehlkopfmahnpelotte zwingt den Patienten ständig zur muskulären, aktiven Aufrichtung der Wirbelsäulenfehlstellung (GÖTZE, STEINHAUS, LENZ). Besonders wichtig ist deshalb eine intensive, krankengymnastische Übungsbehandlung. Die Vorzüge des Milwaukee-Korsetts sind die problemlose Körperpflege durch die leichte Abnehmbarkeit des Korsetts, die orthopädietechnische Standardisierung und die Aktivierung der Rumpfmuskulatur. Nachteilig ist die starke, körperliche Behinderung und die hohe psychische Belastung des Patienten durch das Korsett. Die Korsettherstellung ist technisch sehr aufwendig.

Der Indikationsbereich liegt heute besonders bei Thorakalskoliosen. Kontraindiziert ist es bei thorakalen Lordosen von mehr als 10° n.Cobb.

7.4.2 Lyoner- oder Stagnara-Korsett

Das heutige von STAGNARA entwickelte Korsett besteht aus einem eng anmodellierten Beckenkorb. Ventral trägt der Korb eine Bauchpelotte, die zur Entlordosierung der Lendenwirbelsäule führt und eine thorakale Atmung erzwingt. An einem ventralen und dorsalen Stützmast sind die Korrekturpelotten nach dem Dreipunkte-Prinzip angebracht. Auf die Korrektur durch Extension wird vollständig verzichtet. Die Korrektur erfolgt durch Umkrümmung und Derotation. Der Korsettaufbau reicht bis in Höhe der Schlüsselbeine, sodaß das Korsett vollständig unter der Kleidung verborgen werden kann. Auch die Beweglichkeit ist nicht so stark wie beim Milwaukee-Korsett eingeschränkt. Hochthorakal und lumbal ist die Korrekturwirkung eingeschränkt.

Der Indikationsbereich liegt vorwiegend bei thorakalen und thorakolumbalen Krümmungen.

7.4.3 Chêneau-Korsett

Das Chêneau-Korsett (CHÉNEAU, 1976) ist eine Derotationsorthese. Die Korrektur erfolgt durch Umkrümmung und Derotation. Das Korsett wird nach einem Gipsabguß, der in entlordosierter Haltung des Patienten angefertigt wurde, aus Polyäthylen hergestellt. Zur Bildung zweier Neutralebenen werden das Becken und der Schultergürtel im Korsett in eine horizontale und zu einander parallele Position gebracht. Danach erst erfolgt die Entdrehung des Rumpfes durch den Pelotteneinbau nach dem Dreipunkte-Prinzip. Das Chêneau-Korsett ist als integrales System mehrerer Dreipunkte-Systeme zu verstehen. Die Ansatzpunkte der derotierenden Kräfte sind die Rippen und die Querfortsätze der Lendenwirbelsäule. Die Korrektur erfolgt im wesentlichen aktiv durch Umleitung der dynamischen Kräfte bei der Inspirationsbewegung. Die den Pelotten gegenüber liegenden Partien werden deshalb gefenstert, um dem Körper ein Ausweichen in die Korrekturstellung zu ermöglichen. Eine krankengymnastische Behandlung mit der Schulung der Atemtechnik muß unbedingt durchgeführt werden.

Das Korsett kann vollständig unter der Kleidung verborgen werden und ist kosmetisch unauffällig. Vorteilhaft ist das einfache Anlegen des Korsetts, zu dem keine Hilfsperson benötigt wird, und der gute Sitz des Korsetts, der ein Verrutschen unmöglich macht.

Nachteilig ist die aufwendige und technisch anspruchsvolle Anfertigung des Korsetts.

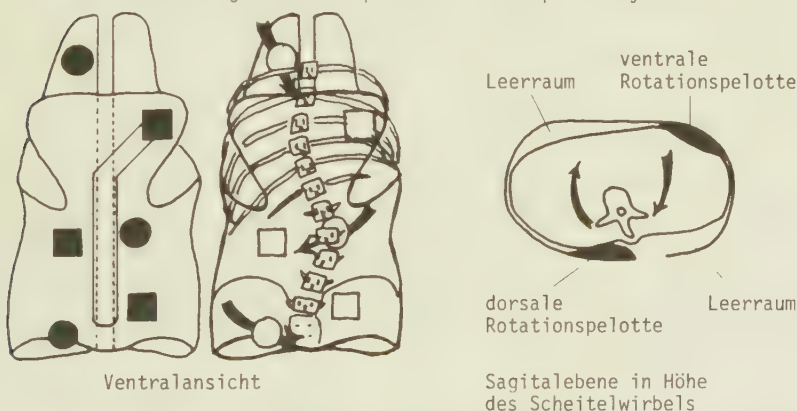
Vorwiegender Indikationsbereich sind thorakale, thorakolumbale und kombinierte Skoliosen mit einem Scheitelwirbel bis Th 7.

7.4.4 Boston-Korsett

Erstmals 1977 stellten WATTS, HALL und STANNISH das Boston-Brace-System zur Behandlung lumbaler und thorakolumbaler Skoliosen vor. Wie beim Chêneau-Korsett handelt es sich um eine Derotationsorthese. Die Korrekturwirkung erfolgt durch Umkrümmung und Derotation. Auf die Extension wird völlig verzichtet. Wie die Untersuchung von WHITE und PANJABI (1976) gezeigt hat, spielen bei der Krümmungskorrektur von Skoliosen bis zu 50° n.Cobb fast ausschließlich transversale Kräfte eine Rolle.

Das Beckenmodul wird nach starker Entlordosierung der Lendenwirbelsäule angepaßt. Diese passive Beckenaufrichtung bewirkt bereits eine Derotation und Aufrichtung der lumbalen Krümmung (EDELMAHN, 1980, PELKER, GAGE 1982). Zusätzlich wird die Kraftübertragung des Pelottendrucks auf die Querfortsätze der Lendenwirbelsäule verbessert. Die Grundlage einer optimalen Korsettanpassung ist der feste Sitz des Beckenkorbes auf den Beckenkämmen. Mehrere, integrale Dreipunkte-Systeme von Pelotten bewirken die Entdrehung und Aufrichtung der Krümmung und verhindern eine Gegendrehung in der Thorax- und Beckenebene.

Abb. 1: Derotatorische Korrektur einer linkskonvexen Lumbalskoliose im Boston-Korsett durch ventrale (■), konkavseitige und dorsale (●), konvexseitige Rotationspelotten im Dreipunkte-System



Als Ansatzpunkte der transversal derotierenden Kräfte dienen die Rippen und Querfortsätze der Lendenwirbelsäule. Die den Pelotten gegenüber liegenden Partien werden gefenstert, um dem Körper durch aktive Muskularbeit ein Ausweichen in die Korrekturstellung zu erlauben. Das Boston-Korsett ist als "dynamisches" Korsett zu verstehen. Die krankengymnastische Behandlung und eine spezielle Atemschulung sind therapeutisch wichtige Faktoren.

Durch fabrikmäßig vorgefertigte Module aus Polypropylen in 23 verschiedenen Größen ist die technische Anfertigung leicht. Für die Herstellung einer Boston-Thorakolumbal-Orthese werden nur zwei Stunden benötigt. Sechs Module ermöglichen die Versorgung von 80 % der Orthesenträger, mit 20 Größen lassen sich 95 % versorgen.

Häufig ist bei der Korrektur der lumbalen Krümmung doppelbogiger Skoliosen eine Zunahme des Thoraxüberhangs zu beobachten. Dieser Überhang kann durch Verwendung einer konkavseitigen Axillarstütze (FISCHER, COENEN, 1982) oder durch Ergänzung des Boston-Korsetts mit einem Milwaukee-Aufbau verhindert werden.

Nachteilig ist das schwierige Anlegen des Boston-Korsetts, zu dem meist eine Hilfsperson benötigt wird und das häufige Verrutschen des Korsetts.

Das Boston-Korsett hat heute einen festen Platz im Indikationsbereich lumbaler und thorakolumbaler Skoliosen mit einem Scheitelwirbel bis Th 10.

7.5 Nebenwirkungen der Korsettbehandlung

7.5.1 Körperliche Nebenwirkungen

Die starke Behinderung der Bewegungsfreiheit durch das Milwaukee-Korsett ist in den neueren Orthesen weniger stark ausgeprägt. Im Boston- und Chêneau-Korsett können die Patienten am Schulsport teilnehmen. Meist infolge der Entlordosierung und Einengung des Abdomens gaben bei WATTS 22 % der Boston-Korsett-Träger ein Mißempfinden an und bei 6 % mußte wegen Schmerzen die Behandlung kurzfristig unterbrochen werden.

Am häufigsten treten Hautreizungen während der Eingewöhnungszeit unter den Pelotten und über den Beckenkämmen auf. WATTS beobachtete bei 22 % seiner Patienten Hyperämien und bei 6 % Blasenbildung.

Durch die Einengung des Bauchraums empfinden viele Patienten nach reichlichen Mahlzeiten ein Völlegefühl.

In Einzelfällen ist es durch Kompression der A.mesenterica sup. zu einer akuten Magendilatation und Duodenalobstruktion (cast syndrom) gekommen (MOE et al.). In einem Fall wird von einer Refluxösophagitis bei einer Boston-Orthese berichtet (KLING, 1981). Weiter bekannt sind Parästhesien durch Kompression des N. cutaneus femoris sup.. AARO (1982) hat eine geringfügige Abnahme der Nierenfunktion bei Boston-Korsett-Patienten nachgewiesen.

7.5.2 Psychologische Auswirkungen

Nicht unterschätzt werden dürfen die psychologischen Probleme der vorwiegend jungen Mädchen durch die Korsettbehandlung. Oft sind die geringgradigen Skoliosen kosmetisch relativ unauffällig, und es bestehen noch keine Beschwerden, sodaß die präventive Bedeutung der Korsettbehandlung für die Patienten nicht ersichtlich ist. Erst durch das nach außen sichtbare Korsett erscheint der Patient den Mitmenschen als "behindert" und ist deren Reaktionen ausgesetzt. Besonders das Milwaukee-Korsett mit seinem starren, nach außen deutlich sichtbaren Korsettaufbau führt zu psychischen Problemen, die nicht selten zur Ablehnung des Korsetts führen. Nach POLSTER und KRENZ (1971) standen 39,9 % ihrer Patienten ihrem Korsett ablehnend gegenüber. 20,9 % trugen es überhaupt nicht, 46,6 % nur zeitweilig.

Besonders wichtig ist die Aufgabe des Arztes, seinem Patienten die Prognose seiner Erkrankung deutlich vor Augen zu führen und ihm klar zu machen, daß das Tragen des Korsetts für wenige Jahre eine das ganze Leben lang sichtbare Deformierung des Körpers aufhalten kann (SIGUDA).

Einen Fortschritt bilden in dieser Beziehung besonders das Boston- und das Chêneau-Korsett, die völlig von der Kleidung verdeckt werden und kosmetisch unauffällig sind. Diese Orthesen werden vom Patienten eher angenommen und konsequenter getragen.

Bewährt hat sich für die Korsett-Erstversorgung eine 2-3-wöchige, stationäre Aufnahme. Neben der besseren technischen und physiotherapeutischen Versorgung führt die stufenweise Eingewöhnung des Patienten in der Gemeinschaft von Skoliosepatienten zur besseren psychologischen Behandlungsmotivation.

C Aufgabenstellung

Aufgabe dieser Arbeit ist es, den derzeitigen Stand und die Leistungsfähigkeit der Skoliosebehandlung mit dem Boston-Korsett festzustellen. Die Ergebnisse und Erfahrungen sollen zur kritischen Prüfung der heutigen Behandlungsrichtlinien dienen. Im Vergleich mit anderen Korsett-Systemen soll der Stellenwert des Boston-Brace-Systems abgeschätzt und die Frage einer eventuellen Differentialtherapie erörtert werden.

Im Weiteren soll auf folgende Fragestellungen eingegangen werden:

- Gibt es signifikante Therapieunterschiede bei den verschiedenen Skoliosetypen?
- Welche Faktoren sind prognostisch für das Therapieergebnis mit dem Boston-Korsett bedeutsam?
- Wie ist das klinische und röntgenologische Verhalten der cranialen, strukturellen Krümmung bei Aufrichtung der caudalen Krümmung?
- Bewirkt das Boston-Korsett als Derotationsorthese eine derotatorische Korrektur?

D Untersuchungsmaterial und Methode

1 Untersuchungsmaterial

Seit 1978 wird an der Orthopädischen Klinik und Poliklinik im Oskar-Heine-Heim der FU Berlin das Boston-Korsett zur Behandlung von Skoliosen mit einem Scheitelwirbel bis Th 10 verwendet. Untersucht wurden die Behandlungsergebnisse bis zum Stand vom Oktober 1982 von 45 mit dem Boston-Korsett versorgten Patienten der ambulanten Skoliosesprechstunde. Als Untersuchungsmaterial wurden die Röntgenverlaufskontrollen, die Krankengeschichte und die klinisch relevanten Parameter der Skolioseverlaufsbögen ausgewertet.

1.1 Abgrenzung des Patientenguts

Ein Patient war nach Westdeutschland verzogen, 2 Patientinnen waren während der Behandlung nicht mehr zu den Nachuntersuchungen erschienen. Diese

Patienten wurden bis zu dem damals erreichten Behandlungsstand ausgewertet. Bei einer Patientin wurde wegen der mangelnden Compliance bei der Korsett-Behandlung nur die Primärkorrektur im Korsett bewertet.

2 Methode

Der Behandlungsverlauf der 45 Patienten wurde retrospektiv anhand der Röntgenverlaufskontrollen, der Krankengeschichte und der klinisch relevanten Parameter des Skolioseverlaufsbogens verfolgt. Die Behandlungsergebnisse wurden nach dem derzeitigen Behandlungsstand und dem Skoliosetyp aufgeschlüsselt. Die Auswertung der Meßergebnisse erfolgte zu folgenden Behandlungszeitpunkten:

- 1.) Ausgangsbefund bei Behandlungsbeginn
- 2.) Primärkontrolle im Korsett
- 3.) Entwöhnungsbeginn
- 4.) Behandlungsende
- 5.) Behandlungsabschluß

Die allgemeinen Patientendaten stammen aus den Krankengeschichten der stationären Behandlung bei Korsetterstversorgung. Klinisch wurde der Behandlungsverlauf des Thoraxüberhangs, Rippenbuckels, Lendenwulstes und des Beckentieftandes untersucht.

Röntgenologisch wurden die anterior-posterior Wirbelsäulen-Ganzaufnahmen im Stehen mit Schuhausgleich ausgewertet. Bestimmt wurden bei allen Aufnahmen die Krümmungswinkel der strukturellen Krümmungen nach der Methode von COBB (1948). Der Stand der Skelettentwicklung wurde nach der Entwicklung der Darmbeinkammapophyse nach RISSER (1945) beurteilt.

Die derotatorische Korrektur des Boston-Korsetts als Derotationsorthese wurde durch Bestimmung der Scheitelwirbelrotation nach NASH und MOE (1969) und Ermittlung des Rotationsindex untersucht.

Die Korrekturergebnisse wurden als Differenz in Grad und prozentual im Vergleich zum Ausgangsbefund angegeben.

Im Folgenden sollen durch Festlegung der Behandlungs- und Auswertungs-

kriterien und Erläuterung der verwendeten Einteilungsformen und Meßmethoden die gewonnenen Untersuchungsergebnisse präzisiert werden.

2.1 Festlegung der Behandlungskriterien

2.1.1 Behandlungsindikation

Das Boston-Korsett ist indiziert bei Skoliosen mit einem Scheitelwirbel bis Th 10 und Krümmungswinkeln zwischen 20 - 50° n.Cobb. Bis zum Einsetzen des präpuberalen Wachstumsschubs wird die Behandlung schon bei Krümmungswinkeln ab 20° n.Cobb begonnen, danach ab 30° n.Cobb.

Bei doppelbogigen Skoliosen, deren oberer Scheitelwirbel oberhalb von Th 10 liegt, muß zur weiteren Thoraxstabilisierung eine konkavseitige Axillarstütze oder der Milwaukee-Aufbau verwendet werden.

Zur Indikationsstellung werden folgende Röntgenuntersuchungen durchgeführt:

- a) Wirbelsäulen-Ganzaufnahme im Stehen in 2 Ebenen ohne und mit Schuherhöhung
- b) Bending-Aufnahme zur Konvexität im Liegen
- c) Rö.-Handskelett li. zur Skelettalterbestimmung nach GREULICH und PYLE (1950)

2.1.2 Behandlungsbeginn

Die Korsettanfertigung, krankengymnastische Übungsbehandlung sowie die stufenweise Eingewöhnung in das Korsett werden im Rahmen eines ca. 3-wöchigen Krankenhausaufenthalts durchgeführt. Das Korsett muß 23 Stunden täglich beschwerdefrei getragen werden können.

2.1.3 Primärkontrolle im Korsett

Vor Entlassung aus der stationären Behandlung wird zur Bestimmung der initialen Korrektur durch das Korsett eine Rö.-WS-Ganzaufnahme a.p. im Korsett im Stehen mit Schuherhöhung durchgeführt.

Falls wesentliche Korrekturen am Korsett durchgeführt werden, wird eine zweite Rö.-Kontrolle im Korsett nach 6 Monaten erforderlich.

2.1.4 Verlaufsuntersuchungen

Im weiteren Behandlungsverlauf werden die Patienten über die ambulante Skoliosesprechstunde betreut. Im Normalfall findet die erste Kontrolle nach 4 Wochen und die zweite nach 8 Wochen statt. Besonders wichtig ist die Überprüfung des Korsettsitzes, der gegebenenfalls eine Nachkorrektur erfordert. Alle weiteren Kontrolluntersuchungen erfolgen dann in dreimonatigen Abständen.

Seit kürzerer Zeit wird die Optrimetrie zur klinischen Verlaufskontrolle im Oskar-Helene-Heim eingesetzt.

Zur röntgenologischen Verlaufskontrolle wurden in 12-monatigen Abständen WS - Ganzaufnahmen a.p. ohne Korsett im Stehen mit Schuhausgleich durchgeführt. Falls die klinischen Kontrolluntersuchungen eine Progredienz der Skoliose anzeigen, wird das Zeitintervall verkürzt.

2.1.5 Entwöhnungsbeginn

Voraussetzung für den Entwöhnungsbeginn:

- a) keine Progredienz der Skoliose
- b) Wachstumsabschluß

Kriterien des Wachstumsabschlusses:

- a) Abschluß des Längenwachstums
- b) Risserstadium 5
- c) Schluß der Wirbelkörperapophysen
- d) Skelettreife im Rö.- Handskelett

Die Entwöhnung erfolgt stufenweise. Im 1. - 3. Monat wird das Korsett nachmittags 3 Stunden weggelassen, danach wird eine WS-Ganzaufnahme im Stehen ohne Korsett mit Schuhausgleich angefertigt. Bei einem Korrekturverlust über 5° n.Cobb wird die Entwöhnungszeit verlängert. Beträgt der Korrekturverlust weniger als 5° n.Cobb, wird das Korsett während 6 Stunden

nachmittags für weitere 3 Monate weggelassen. Bleiben die klinischen Parameter unverändert, wird für weitere 6 Monate das Korsett nur noch nachts getragen.

2.1.6 Behandlungsende

Bei Abschluß der Entwöhnung wird eine WS - Ganzaufnahme a.p. ohne Korsett mit Schuhausgleich angefertigt. Hat sich die Skoliose verschlechtert, wird die Entwöhnungszeit verlängert. Die krankengymnastische Übungsbehandlung wird weitergeführt.

2.1.7 Behandlungsabschluß

Ein Jahr nach Behandlungsende erfolgt eine Abschlußuntersuchung mit erneuter WS - Ganzaufnahme a.p. ohne Korsett im Stehen mit Schuhausgleich. Danach wird der Patient aus der Skoliosesprechstunde entlassen.

2.2 Allgemeine Patientendaten

Zu den allgemeinen Patientendaten gehören:

- 1.) Geschlecht
- 2.) Ätiologie
- 3.) Reifeentwicklung bei Behandlungsbeginn
 - a) chronologisches Alter
 - b) Risser-Stadium
 - c) zeitlicher Abstand der Menarche
- 4.) Scheitelwirbelhöhe und Seitenlokalisation der strukturellen Krümmung
- 5.) Krümmungsausdehnung
- 6.) Schweregrad der Skoliose
- 7.) Skoliosetyp
- 8.) Behandlungsstand

2.3 Klinische Untersuchung

Ausgewertet wurden für den Behandlungsverlauf relevante, klinische Skolioseparameter aus den Skolioseverlaufsbögen.

2.3.1 Beckentiefstand

Die Höhe des Beckentiefstandes wird durch Brettchenunterlage bis zum Beckengeradestand am stehenden Patienten bestimmt. Die folgenden Parameter werden nach Ausgleich des Beckentiefstands gemessen.

2.3.2 Rippenbuckel

Der Rippenbuckel wird als Höhendifferenz von konvexseitigem Rippenbuckelscheitel zu konkavseitigem Rippental am vorgebeugten Patienten gemessen.

2.3.3 Lendenwulst

Analog zum Rippenbuckel wird die Höhe des Lendenwulstes bestimmt.

2.3.4 Thoraxüberhang

Die Messung erfolgt unter gleichmäßiger Belastung der Beine am stehenden Patienten. Gemessen wird der Abstand des vom Dornfortsatz des C 7 gefällten Lotes von der Beckenmitte.

2.4 Röntgenuntersuchung

Ausgewertet wurden die WS - Ganzaufnahmen a.p. im Stehen mit Schuhausgleich.

2.4.1 Definitionen

Neutralwirbel: Der Neutralwirbel ist der am stärksten gegen die Horizontale geneigte Wirbel einer Krümmung. Er zeigt die geringste strukturelle Veränderung, Rotation und Torsion.

Scheitelwirbel: Der Scheitelwirbel ist der am stärksten aus der medialen Linie der Frontalebene verlagerte Wirbel einer Krümmung. Er zeigt die stärkste, keilförmige Deformierung, Rotation und Torsion.

Krümmungsausdehnung: Die Krümmungsausdehnung ist die Anzahl der Wirbel vom oberen bis zum unteren Neutralwirbel einer Krümmung.

2.4.2 Einteilung nach Skoliosestyp

Der Skoliosestyp wird röntgenologisch durch die Kurvenform und die Lokalisation des Scheitelwirbels bestimmt.

Tabelle 3: Einteilung der idiopathischen Skoliosen nach Skoliosestyp

A Einbogige, strukturelle Krümmungen

1. Thorakal	Scheitelwirbel	Th 8- 9
2. Thorakolumbal		Th 11-12
3. Lumbal		L 1- 2

B Doppelbogige, strukturelle Krümmungen

1. Thorakal / thorakal	Scheitelwirbel	Th 4- 5/Th 10-11
2. Thorakal / thorakolumbal		Th 6- 7/Th 11-12
3. Thorakal / lumbal		Th 7- 8/L 1- 2
a) Typ 1		
b) Typ 2		

C Mehrbogige, strukturelle Krümmungen

Unter doppelbogigen Skoliosen im engeren Sinn versteht man Skoliosen, deren craniale und caudale, strukturelle Krümmungen einen ungefähr gleich großen Krümmungswinkel aufweisen. Diese doppelbogigen Skoliosen werden im weiteren als Typ 2 bezeichnet.

Häufig treten jedoch doppelbogige Skoliosen auf, deren cranialer Krümmungswinkel wesentlich kleiner als der caudale ist. Klinisch und radiologisch handelt es sich jedoch eindeutig um 2 strukturelle Krümmungen. Diese Skoliosen werden im weiteren als Typ 1 bezeichnet.

2.4.3 Messung des Krümmungswinkels nach LIPPMANN-COBB (1948)

Die Senkrechten durch die Deckplatte des oberen und die Grundplatte des unteren Neutralwirbels schneiden sich unter dem Krümmungswinkel.

Die Meßungenauigkeit liegt bei ungefähr $\pm 3^\circ$ n.Cobb (NEUGEBAUER 1972, GÜTZE 1973, NORDWALL 1973). Wegen der zusätzlichen, haltungsbedingten Meßungenauigkeit wird ein individueller Schwankungsbereich von $\pm 5^\circ$ n.Cobb angegeben.

2.4.4 Messung der Wirbelrotation nach NASH und MOE

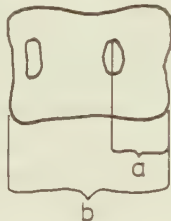
NASH und MOE (1969) wählten die Auslenkung der konvexseitigen Bogenwurzel als Kriterium einer Einteilung in 5 Stadien. Das Normalstadium wird als Stadium 0 festgelegt, die schwerste Rotationsfehlstellung als Stadium IV.

2.4.5 Bestimmung des Rotationsindex

Der röntgenologische Rotationsindex (RI) errechnet sich aus dem Verhältnis des konvexseitigen Bogenwurzelabstandes vom konvexseitigen lateralen Wirbelkörperperrand zum Abstand der lateralen Wirbelkörperperränder.

Die Messung erfolgt wie in Abb. 2 dargestellt.

$$RI = \frac{a}{b} \cdot 100 [\text{Grad}]$$



RI – Rotationsindex
a – Bogenwurzelabstand
b – Abstand d. lateralen
Wirbelkörperperränder

Abb. 2

Nach den Untersuchungen von NASH und MOE (1969), FAIT, JANOVEC (1970), NORDWALL (1973) und AARO (1980) besteht eine signifikante Korrelation zwischen dem Rotationswinkel des Wirbelkörpers und dem Rotationsindex. NORDWALL (1973) ermittelte experimentell Eichkurven für Scheitelwirbel zwischen Th 8 bis L 3, die eine Umrechnung des Rotationsindex in den Wirbelrotationswinkel ermöglichen. AARO (1980) fand beim Vergleich der Rotationswinkelbestimmung nach NORDWALL und computertomographisch ermittelten Rotationswinkeln signifikante Unterschiede. BENSON (1976) führt die Ungenauigkeit der Rotationsabschätzung mit Hilfe des Rotationsindex auf folgende

Faktoren zurück:

- a) Rotationsabhängige Meßfehler bei der Röntgenprojektion des Wirbels
- b) Kippung der Wirbelsäule in der Frontal- und Sagitalebene
- c) interindividuelle, morphologische Variation der Bogenwurzel

Um die Leistungsfähigkeit des Boston-Korsetts als Derotationsorthese zu untersuchen, wird der Rotationsindex benutzt. Die Meßungenauigkeit des Rotationsindex wird eingeschränkt, da stets nur Messungen am gleichen Individuum, am gleichen Scheitelwirbel bei gleicher Aufnahmetechnik verglichen werden. NORDWALL gibt bei diesem Meßverfahren eine Meßungenauigkeit von $\pm 2^\circ$ an. Wegen der interindividuellen Varianz wird ein Schwankungsbereich von $\pm 5^\circ$ angegeben.

2.4.6 Statistische Methode

Zum allgemeinen Vergleich wurden die Mittelwerte der Meßergebnisse berechnet und die Spannweite der Meßwerte angegeben. Die durchschnittliche, prozentuale Korrektur berechnet sich aus der Korrektur der durchschnittlichen Krümmungswinkel.

Als statistische Prüfverfahren wurden der U-Test von WILCOXON, der Wilcoxon-Test für Paardifferenzen und der Vorzeichentest von DIXON und MOOD verwendet. Korrelative Zusammenhänge wurden mit dem Rang-Korrelationskoeffizienten nach SPEARMANN oder der Quadrantenkorrelation überprüft.

Eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 5% wurde als Signifikanzniveau festgelegt.

Zur graphischen Darstellung der Meßwerte wurden Punktwolken angefertigt, die zusätzlich Information über die Individualbeobachtung vermitteln.

E Ergebnisse

Die Behandlungsergebnisse bis zum Oktober 1982 von 45 mit dem Boston-Korsett versorgten Patienten konnten ausgewertet werden. Der Behandlungsverlauf und die Meßergebnisse jedes einzelnen Patienten sind nach Skoliosetyp und Behandlungsstand aufgeschlüsselt in den Tabellen des Anhangs aufgeführt. Die Einzelauswertungen vermitteln einen guten Einblick über die Variationsbreite der individuellen Behandlungsverläufe.

1 Allgemeine Patientendaten

1.1 Geschlechtsverteilung

Von den 45 Patienten waren 40 Mädchen und 5 Jungen.

1.2 Ätiologie

Ätiologisch ergaben sich folgende Diagnosen:

- 41 idiopathische Skoliosen
 - 2 infantile Skoliosen
 - 7 juvenile Skoliosen
 - 32 adoleszente Skoliosen
- 1 kongenitale Skoliose
- 1 Skoliose bei Neurofibromatose
- 1 Skoliose bei Pubertas praecox
- 1 Skoliose nach Epiphysiolysis capitis femoris

Bei genauerer Untersuchung ließen sich die als idiopathisch klassifizierten Skoliosen sicherlich weiter aufteilen. So lagen bei 14 Patienten Asymmetrien im lumbosakralen Übergang vor. 9 Mal fanden sich Bogenschlußdefekte im Lumbosakralbereich. Ob es sich bei diesen Veränderungen um sekundäre Anpassungserscheinungen oder ursächlich für die Skolioseentstehung verantwortliche Fehlbildungen handelt, ließe sich nur durch den Vergleich mit früheren Aufnahmen klären. Bei einer Patientin lag gleichzeitig ein Morbus Scheuermann vor. Wegen der fehlenden Übereinstimmung von Scheitelwirbel der Skoliose und Lokalisation der Scheuermannschen Veränderungen und der

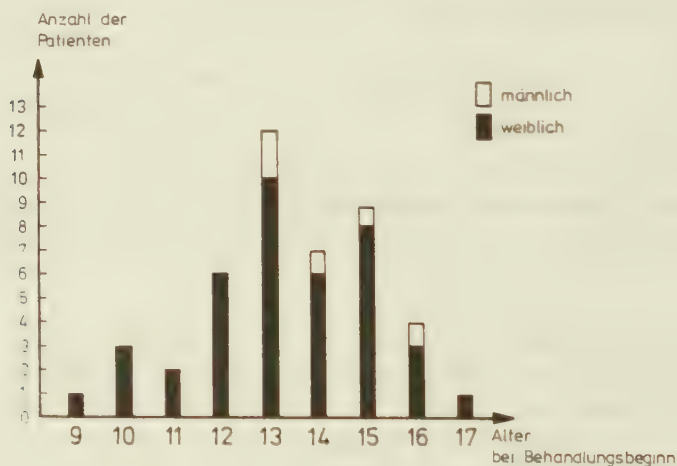
deutlichen Rotation wurde die Skoliose als idiopathisch klassifiziert.

1.3 Reifeentwicklung bei Behandlungsbeginn

1.3.1 Chronologisches Alter

Das Durchschnittsalter bei Behandlungsbeginn mit dem Boston-Korsett lag bei 13 + 10 Jahren. Die jüngste Patientin war 9 + 1 Jahre alt, die älteste 17 + 11 Jahre. Aus Abbildung 3 ist die Alters- und Geschlechtsverteilung der 45 Patienten zu entnehmen.

Abb.3: Alters- und Geschlechtsverteilung der 45 Patienten bei Behandlungsbeginn

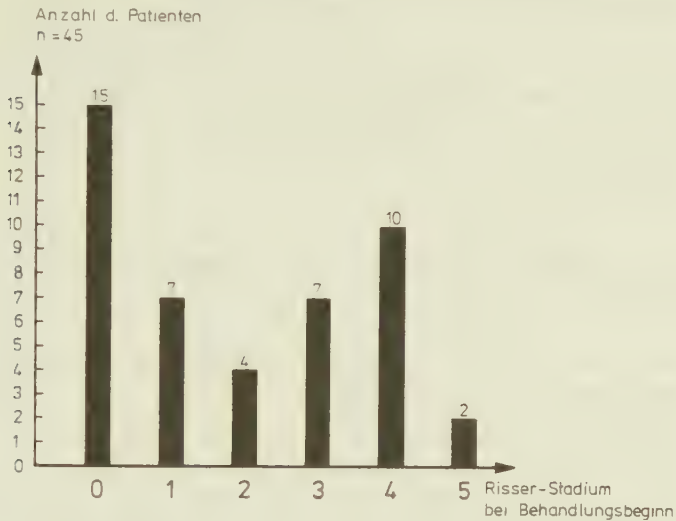


1.3.2 Risserstadium

Bei Behandlungsbeginn lag im Durchschnitt ein Risserstadium 2 vor. Die Verteilung der 45 Patienten stellt Abb. 4 dar.

Das durchschnittliche Alter und Risserstadien der einzelnen Skoliosetypen zeigt Tab. 3. Bei 10 Patienten mit einem Risser-Stadium 4 und 2 Patienten mit einem Risser-Stadium 5 erfolgte die Boston-Korsett Versorgung 7 mal wegen einer nachweisbaren Progredienz und noch nicht abgeschlossenem Längenwachstums. 3 Patientinnen waren vorher mit einem Lyoner-Korsett, eine Patientin mit einem Milwaukee-Korsett versorgt worden. Eine Patientin hatte eine operative Behandlung abgelehnt.

Abb. 4: Risserstadium der 45 Patienten bei Behandlungsbeginn



Tab. 3: Durchschnittliches Alter und Risserstadium bei Behandlungsbeginn

Anzahl d. Pat.	Skoliose-Klassifizierung	Behandlungsbeginn	
		Alter	Risser-Z.
n = 20	Lumbal	14 + 1	2,2
n = 5	Thorakolumbal	14 + 2	2,0
n = 9	DKth/lb Typ 1	13 + 7	1,3
n = 7	DKth/lb Typ 2	13 + 10	3,5
n = 16	craniale Kurven	14 + 1	2,3
n = 41	caudale Kurven	14 + 0	2,2
n = 45	gesamte Kurven	13 + 10	2,0

Mit einem durchschnittlichen Alter von 13 + 10 Jahren und einem Risserstadium 2 bei Behandlungsbeginn erfolgte die Korsettbehandlung relativ spät. Der präpuberale Wachstumsschub war größtenteils bereits abgelaufen. Die noch zu erwartende Progredienz und das für eine wachstumslenkende Korrektur zur Verfügung stehende Wachstumspotential war somit gering.

1.3.3 Zeitlicher Abstand der Menarche

Bei 22 Patientinnen mit idiopathischer Skoliose lag der Behandlungsbeginn im Durchschnitt 19 Monate nach Auftreten der Menarche. Die längste Zeit betrug 4,5 Jahre.

1.4 Skoliosetyp

Es ergab sich folgende Verteilung der 41 idiopathischen Skoliosen bei Behandlungsbeginn

Tab.4: Skoliosecharakterisierung nach Skolioseform und Scheitelwirbel-lokalisation bei Behandlungsbeginn

n = 41

Skoliosetyp	Scheitelhöhe	Anzahl d.Pat.
A einbogige Skoliosen		25
1.Thorakolumbal	Th 11-12	5
2.Lumbal	L 1- 2	20
B doppelbogige Skoliosen		16
1.DKth/th1b Typ 2	Th 6-7/Th11-12	1
2.DKth/1b Typ 1	Th 7-9/ L 1- 2	9
Typ 2	Th 7-9/ L 1- 2	6

Die Skoliosetypen der symptomatischen Skoliosen sind im Anhang aufgeführt.

1.5 Krümmungsausdehnung

Tab.5 stellt die Krümmungsausdehnung der strukturellen Krümmungen von 45 Patienten bei Behandlungsbeginn dar. Mit 6 Wirbelkörpern liegt die craniale Krümmungsausdehnung im Durchschnitt um 1 Wirbelkörper über der caudalen Krümmungsausdehnung mit 5 Wirbelkörpern. Die Krümmungsausdehnung selbst scheint keinen wesentlichen Einfluß auf das Behandlungsergebnis zu haben.

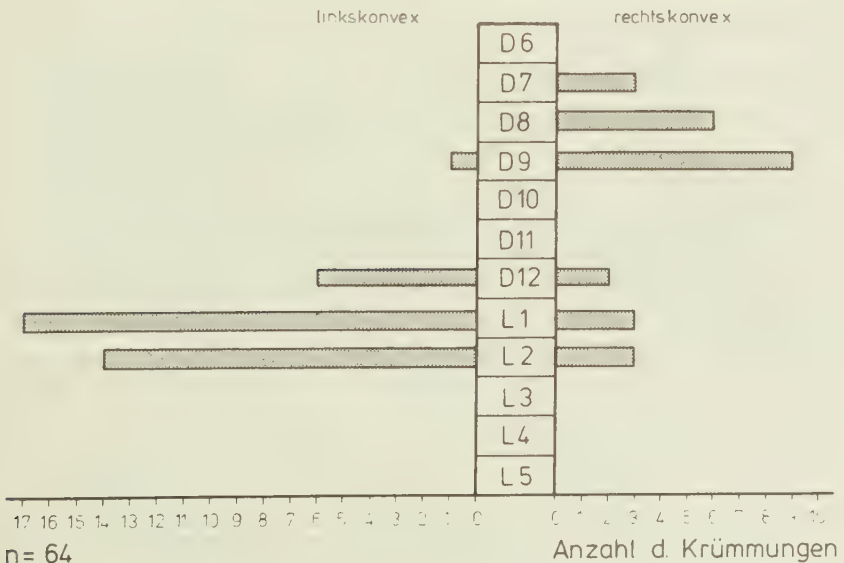
Tab. 5: Krümmungsausdehnung der 19 cranialen und 45 caudalen Krümmungen bei Behandlungsbeginn

Anzahl der Wirbelkörper	craniale Krümmungen	caudale Krümmungen
3	1	0
4	1	5
5	2	23
6	5	13
7	9	3
8	1	1
n	19	45

1.6 Scheitelwirbel- und Seitenlokalisation

Abb. 5: Scheitelwirbel und Seitenlokalisation der cranialen und caudalen strukturellen Krümmungen bei Behandlungsbeginn

Lage des Scheitelwirbels und Konvexität d. Krümmung



Die Dominanz der rechten Seite mit 18 : 1 im Thorakalbereich und die Linksdominanz von 37 : 8 im Lumbalbereich ist statistisch hochsignifikant. Diese augenfällige Häufigkeitsverteilung - bei dem ansonsten symmetrisch angelegten Achsenskelett - spricht für einen je nach Lokalisationshöhe einseitig dominierenden Realisationsfaktor bei der Skolioseentwicklung.

1.7 Schweregrad der Skoliose

Nach der Einteilung von DEBRUNNER ergab sich folgende Verteilung der Schweregrade bei Behandlungsbeginn:

Tab.6 : Skolioseschweregrad nach DEBRUNNER von 45 Patienten bei Behandlungsbeginn

Schweregrad d. Skoliose	Krümmungswinkel n.Cobb	Anzahl der Patienten
leicht	40°	36
mittelschwer	40° - 60°	9
schwer	60° - 80°	0
sehr schwer	80°	0

1.8 Behandlungsstand

Bis zum Oktober 1982 wurden 45 Patienten wegen einer Skoliose mit dem Boston-Korsett versorgt. 17 Patienten trugen zum Untersuchungszeitpunkt das Korsett noch ganztägig. 6 Patienten befanden sich in der Entwöhnungsphase. Das Durchschnittsalter bei Entwöhnungsbeginn lag bei 16 + 3 Jahren. Die Entwöhnungsphase erstreckte sich im Durchschnitt über 9 Monate, im Extrem zwischen 0-23 Monaten. Insgesamt 20 Patienten hatten die Behandlung beendet. Die durchschnittliche Behandlungsdauer betrug 2 Jahre. 15 von diesen Patienten hatten die Behandlung abgeschlossen. Die Abschlußuntersuchung fand durchschnittlich 13 Monate nach Behandlungsende statt.

2 Ergebnisse der Röntgenuntersuchung

2.1 Behandlungsverlauf der Krümmungswinkel nach COBB

Die Behandlungsverläufe der einzelnen Patienten unterteilt nach Skoliosetyp werden in Tabellen I u.IV des Anhangs aufgeführt.

2.1.1 Ausgangsbefund

Die durchschnittlichen Krümmungswinkel bei Behandlungsbeginn, aufgeschlüsselt nach Skoliosetyp und die Spannweite der Meßwerte gibt Tab.7 wieder.

Tab. 7: Durchschnittliche Krümmungswinkel der Skoliosetypen bei Behandlungsbeginn

Anzahl d. Pat.	Skoliose-Klassifizierung	Ausgangswert cran. caud.	Spannweite absolut
n = 20	Lumbal	27,5	17-43
n = 5	Thorakolumbal	31	20-42
n = 9	DKth/lb Typ 1	22,4 / 31	11-33/20-43
n = 7	DKth/lb Typ 2	37 / 37	30-52/28-58
n = 16	craniale Kurven	28,8	11-52
n = 41	caudale Kurven	30,4	17-58
n = 45	ges.caud.Kurven	30,5	17-58

Mit einem durchschnittlichen Krümmungswinkel von thorakal und lumbal 37° n. Cobb wiesen die Doppelkurven vom Typ 2 die größten Ausgangswerte auf. 2 Patientinnen mit doppelt strukturellen Kurven und Krümmungswinkeln von 52°/58° und 50°/58° n.Cobb lagen außerhalb des vorgegebenen Indikationsbereichs. Eine Patientin hatte eine operative Behandlung abgelehnt, bei der anderen lag eine Skoliose bei Neurofibromatose vor.

2.1.2 Primärkorrektur

Die durchschnittliche, initiale Korrektur des Krümmungswinkels im Korsett ist der Tab. 8 zu entnehmen.

Tab. 8: Durchschnittliche, initiale Korrektur des Krümmungswinkels n. COBB im Korsett

Anzahl d.Pat.	Skoliose- Klassifizierung	Ausgangs- wert	Primärkorrektur			Spannweite abs. Korrr.
			abs.	Diff.	Korr. %	
n = 20	Lumbal	27,5	12,7	-14,8	53,8	2 - 27
n = 5	Thorakolumbal	31	8	-23	74,2	17 - 34
n = 9	Doppelkurve th	22,4	14,3	- 8,1	36	-2 - 28
	Typ 1 lb	31,2	15,7	-15,5	50,3	6 - 35
n = 7	Doppelkurve th	37	31,4	- 5,6	15	3 - 10
	Typ 2 lb	37	23,9	-13,1	35,4	4 - 28
n = 16	craniale Kurven	28,8	21,8	- 7	24,3	-2 - 28
n = 41	caudale Kurven	30,4	14,7	-15,7	51,6	2 - 35
n = 45	ges.caud.Kurven	30,5	14,6	-15,9	52,1	2 - 35

Mit einer durchschnittlichen prozentualen Korrektur von 51,6 % des Ausgangsbefundes bei den idiopathischen Skiosen erreichten die caudalen Krümmungen eine signifikant höhere Korrektur als die strukturellen, cranialen Krümmungen mit 24,3 %. Die schlechteste, prozentuale Korrektur mit thorakal 15 % und lumbal 35,4 % war bei den doppelkurvig strukturellen Krümmungen vom Typ 2 zu beobachten. Diese wiesen mit einem Durchschnittsalter von 14+10 Jahren, einem Risserstadium von 3 - 4 und dem höchsten Ausgangskrümmungswinkel von 37°/37° n.Cobb die schlechtesten Behandlungsvoraussetzungen auf.

Mit einer durchschnittlichen, prozentualen Korrektur von 74 % hatten die 5 Thorakolumbalskiosen die beste Primärkorrektur. Dieser Durchschnitt wurde jedoch stark durch eine Oberkorrektur auf -6° n.Cobb einer juvenilen Skiose beeinflusst. Es bestand kein signifikanter Korrekturunterschied zu den Lumbalskiosen.

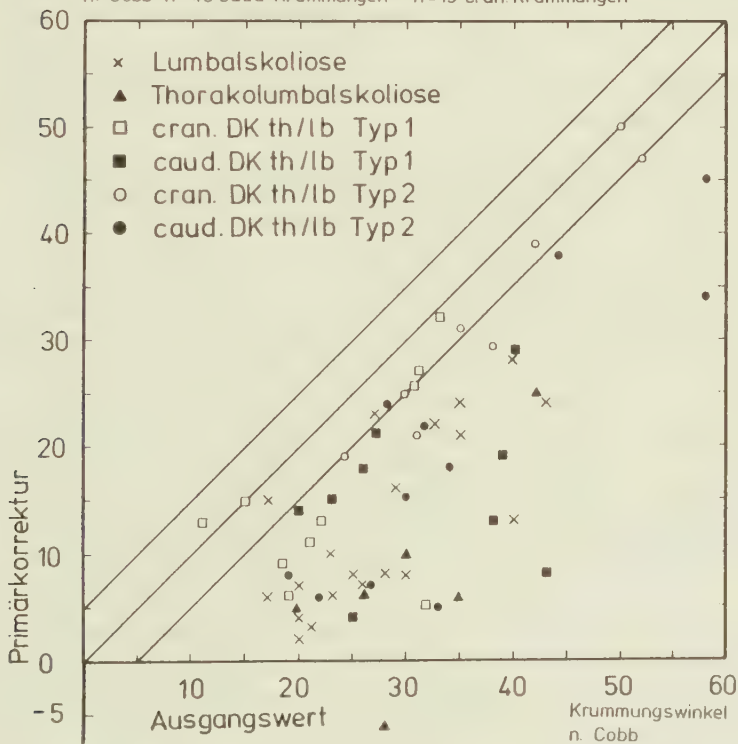
Die im Korsett initial erzielte Korrektur ist nichtsignifikant vom Ausgangswert abhängig. Entscheidender ist somit der Grad der Fixierung der Skiose. Ebenso wie die Bending-Aufnahme erlaubt die Primärkorrektur im Korsett einen Rückschluß auf die Flexibilität der Skiose.

Es besteht eine signifikante Korrelation zwischen der prozentualen, initialen Korrektur im Korsett und dem späteren Behandlungsergebnis.

Keine signifikante Beziehung ließ sich zwischen der Primärkorrektur des Krümmungswinkels und dem Alter der Patienten, dem Risserstadium und der Krümmungsausdehnung bei Behandlungsbeginn finden.

Die Einzelkorrekturen initial im Korsett im Vergleich zum Ausgangsbefund sind aus Abb. 6 zu erkennen.

Abb. 6 : Primärkorrektur der cranialen und caudalen Krümmungswinkel n.Cobb im Vergleich zum Ausgangswert
Krummungswinkel
n. Cobb n=45 caud Krümmungen n=19 cran. Krümmungen



Oberhalb der Indifferenzlinie liegen Resultatsverschlechterungen, unterhalb die Resultatsverbesserungen. Ein individueller Schwankungsbereich von $\pm 5^\circ$ n. Cobb gibt die meßtechnisch-und haltungsbedingte Meßgenauigkeit an.

42 von 45 caudalen Krümmungen wiesen eine Aufrichtung von mehr als 5° n.Cobb auf. Bei den restlichen 3 Werten lag die Korrektur unter 5° n.Cobb. Die größte absolute Korrektur betrug 35° n.Cobb, die niedrigste 2° n.Cobb.

Cranial lagen nur 7 von 16 unterhalb der Schwankungsgrenze. Eine craniale Krümmung vom Typ 1 hatte sich um 2° n.Cobb verschlechtert. Die beste absolute Korrektur lag bei 28° n.Cobb.

2.1.3 Entwöhnungsbeginn

Dieses Behandlungsstadium hatten 26 idiopathische Skoliosen erreicht. Die durchschnittlichen Korrekturergebnisse der Krümmungswinkel gibt Tab.9 an.

Tab.9: Durchschnittliche Korrekturergebnisse der Krümmungswinkel n.Cobb bei Entwöhnungsbeginn

Anzahl d.Pat.	Skoliose-Klassifizierung	Ausgangswert	Entwöhnungsbeginn			Spannweite abs. Korrr.
			abs.	Diff.	Korr.%	
n = 12	Lumbal	30 °	22,7°	- 7,3°	24,3	0°- 15°
n = 3	Thorakolumbal	35,7°	29,7°	- 6 °	13,8	1°- 12°
n = 5	Doppelkurve Typ 1	th 21,2°	21,2°	0 °	0	-7°- 6°
		lb 30,2°	27,8°	- 2,4°	8	-6°- 10°
n = 6	Doppelkurve Typ 2	th 38 °	35,8°	- 2,2°	5,8	-1°- 6°
		lb 37,7°	34 °	- 3,7°	9,8	-1°- 8°
n = 11	craniale Kurven	30,4°	29,2°	- 1,2°	3,9	-7°- 6°
n = 26	caudale Kurven	32,5°	27,1°	- 5,4°	16,6	-6°- 15°

Die Krümmungskorrektur von 3,9 % der cranialen, strukturellen Krümmungen war nicht signifikant. Mit einer durchschnittlichen, prozentualen Korrektur von 16,6 % wurden die caudalen Krümmungen mit einem durchschnittlichen Ausgangsbefund von 32,5° n.Cobb im Mittel um 5,4° signifikant aufgerichtet.

Die individuellen Behandlungsergebnisse bei Entwöhnungsbeginn sind Abb.7u.8 zu entnehmen. 17 von 26 caudalen Krümmungen hatten sich im Vergleich zum Ausgangsbefund um mindestens 5° n.Cobb aufgerichtet. Nur zweimal lag eine Verschlechterung des Ausgangsbefundes vor.

Abb.7: Gegenüberstellung der caudalen Krümmungswinkel n.Cobb zwischen Ausgangswert und Wert bei Entwöhnungsbeginn

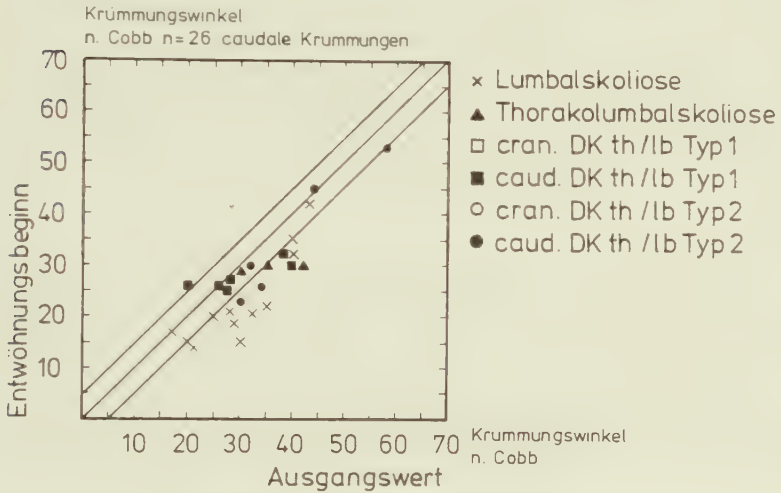
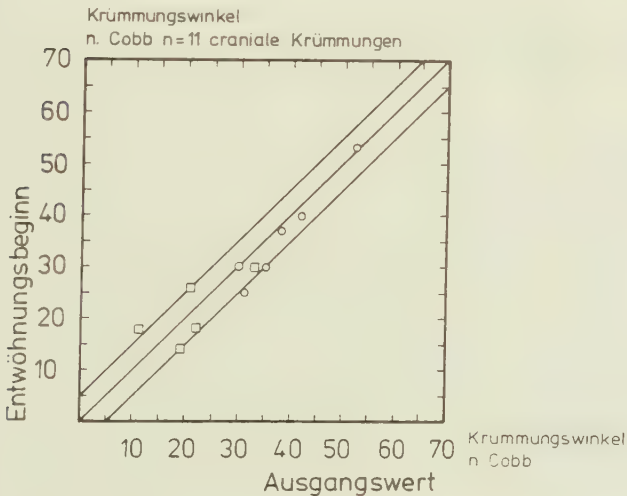


Abb.8: Gegenüberstellung der cranialen Krümmungswinkel n.Cobb zwischen Ausgangswert und Wert bei Entwöhnungsbeginn



3 craniale Krümmungen hatten sich verschlechtert, eine war unverändert und 7 zeigten eine Besserung.

Die beste absolute Korrektur lag bei 15° n.Cobb, das schlechteste Resultat war eine craniale Krümmungswinkelzunahme von 7° n.Cobb.

Besonders auffällig ist der Patient (Nr.26) mit einer Doppelkurve vom Typ 1, deren craniale Krümmung bei der Primärkorrektur um 2° zugenommen hatte. Bei ihr lag bei Entwöhnungsbeginn eine Verschlechterung der thorakalen Krümmung von 7° n.Cobb und der lumbalen Krümmung von 6° n.Cobb vor.

2.1.4 Behandlungsende

20 Patienten hatten dieses Behandlungsstadium erreicht. Das Durchschnittsalter bei Behandlungsende lag bei $17 + 10$ Jahren, bei einer Spannweite von $14 + 10$ bis $19 + 10$ Jahren. Die Entwöhnungsphase lag zwischen 0 - 23 Monaten und im Durchschnitt bei 9 Monaten. Die durchschnittliche Behandlungsdauer betrug $2+1$ Jahre und lag im Extrem zwischen 9 Monaten bis $3 + 2$ Jahre. Tab.10 gibt die durchschnittlichen Behandlungsergebnisse der Krümmungswinkel an.

Tab.10: Durchschnittliche Korrekturergebnisse der Krümmungswinkel n.Cobb bei Behandlungsende

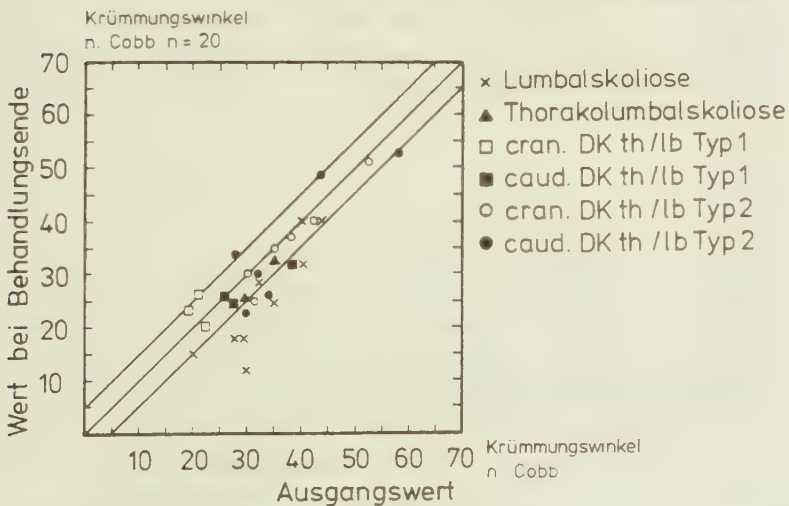
Anzahl d.Pat.	Skoliose-Klassifizierung	Ausgangswert	Behandlungsende			Spannweite abs: Korrr.
			abs.	Diff.	Korr. %	
n = 9	Lumbal	33	$25,4^\circ$	- $7,6^\circ$	23	$0^\circ - 18^\circ$
n = 2	Thorakolumbal	$32,5^\circ$	$29,5^\circ$	- 3°	9,2	$2^\circ - 4^\circ$
n = 3	Doppelkurve th	20,6	$21,3^\circ$	+ $0,7^\circ$	- 3,4	$-5^\circ - 2^\circ$
	Typ 1 lb	$30,3^\circ$	$27,6^\circ$	- $2,7^\circ$	8,9	$0^\circ - 6^\circ$
n = 6	Doppelkurve th	38°	$36,3^\circ$	- $1,7^\circ$	4,5	$0^\circ - 6^\circ$
	Typ 2 lb	$37,7^\circ$	$35,8^\circ$	- $1,9^\circ$	5	$-6^\circ - 8^\circ$
n = 9	craniale Kurven	$32,2^\circ$	$31,3^\circ$	- $0,9^\circ$	2,8	$-5^\circ - 6^\circ$
n = 20	caudale Kurven	34°	$29,3^\circ$	- $4,7^\circ$	13,8	$-6^\circ - 18^\circ$

Die prozentuale Korrektur der caudalen Krümmungswinkel betrug im Durchschnitt 13,8%. Diese Aufrichtung ist signifikant. Nicht signifikant ist die Korrektur der cranialen Krümmungswinkel von 2,8%.

Das Behandlungsergebnis der einbogigen Skoliosen ist signifikant besser als das der doppelbogigen Skoliosen. Mit einer prozentualen Korrektur von 23% haben die Lumbalskoliosen ein signifikant besseres Korrekturergebnis als die übrigen caudalen Krümmungen.

In Abb.9 sind die individuellen Korrekturergebnisse der cranialen und caudalen Krümmungswinkel bei Behandlungsende den Ausgangswerten gegenübergestellt worden.

Abb.9: Gegenüberstellung der Krümmungswinkel n.Cobb zwischen Ausgangsbefund und Wert bei Behandlungsende



16 von 20 caudalen Krümmungen hatten sich im Vergleich zum Ausgangsbefund verbessert. 8 davon hatten einen Korrekturgewinn von mehr als 5° n.Cobb, 5 davon sind Lumbalskoliosen. Das beste absolute Korrekturergebnis erreichte eine Lumbalskoliose mit einer Aufrichtung des Krümmungswinkels von 18° n.Cobb. Bei einer Doppelkurve von Typ 2 hatte sich die lumbale Krümmung um 6° n.Cobb verschlechtert.

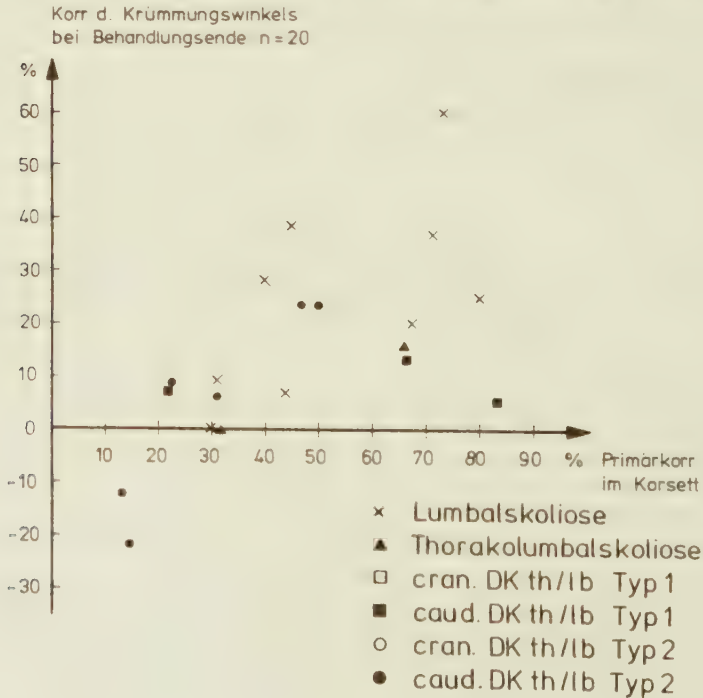
Von den cranialen Krümmungen hatten sich 5 verbessert, 2 blieben unverändert und 2 hatten sich verschlechtert.

11 von 20 caudalen und 8 von 9 cranialen Krümmungswinkeln liegen im $\pm 5^\circ$ -Bereich und weisen damit keine eindeutige Befundveränderung auf.

Das Behandlungsergebnis bei Behandlungsende ist signifikant vom Ausgangsbefund abhängig.

Es besteht eine signifikante Korrelation zwischen der prozentualen, initialen Korrektur im Korsett und prozentualen Korrektur des Krümmungswinkels bei Behandlungsende (Abb.10)

Abb. 10: Prozentuale Korrektur des caudalen Krümmungswinkels bei Behandlungsende in Abhängigkeit von der proz. Primärkorrektur im Korsett



Die Patientengruppe ($n = 8$) mit einer initialen Korrektur im Korsett von mindestens 50% erzielten bei Behandlungsende mit einer durchschnittlichen, prozentualen Krümmungsaufrichtung von 23,9% ein signifikant besseres Ergebnis als die Vergleichsgruppe ($n = 12$) mit einer Primärkorrektur unter 50% und einer durchschnittlichen, prozentualen Korrektur von 7,7% bei Behandlungsende.

Die durch das Korsett auf die Skoliose übertragenen Korrekturkräfte und die Flexibilität der Skoliose sind mitentscheidende Faktoren für den Therapieerfolg. Weitere prognostisch bedeutsame Faktoren sind der Skoliosetyp und die Ausgangswerte des Krümmungswinkels und der Wirbelrotation.

Das chronologische Alter, das Risserstadium und die Krümmungsausdehnung bei Behandlungsbeginn hatten bei diesem Patientenkollektiv keinen signifikanten Einfluß auf das Korrekturergebnis. Bemerkenswert ist, daß die jüngste Patientin (Nr.1) mit 12 + 8 Jahren und einem Risserstadium 0 mit einer prozentualen Korrektur von 60% das beste Behandlungsergebnis erzielte. Die älteste Patientin (Nr.2) mit einem Alter von 17 + 11 Jahren und einem Risserstadium 4-5 erreichte mit einer prozentualen Korrektur von 38% das zweitbeste Korrekturergebnis.

2.1.5 Abschlußresultat

Bei 15 idiopathischen Skiosen war nach 9-22 Monaten und im Durchschnitt 13 Monate nach Behandlungsende die Abschlußuntersuchung erfolgt. Mit einem Durchschnittsalter von 15 + 3 Jahren und einem Risserstadium 3-4 waren die Behandlungsvoraussetzungen ungünstig. Entsprechend kurz war die durchschnittliche Behandlungsdauer von 2 Jahren bei einer Spannweite von 9 Monaten bis 3 + 1 Jahren. Es ist anzunehmen, daß bei einem frühzeitigeren Behandlungsanfang bessere Ergebnisse zu erzielen wären.

Aus Tab. 11 sind die durchschnittlichen Krümmungswinkelkorrekturen bei Behandlungsabschluß ersichtlich.

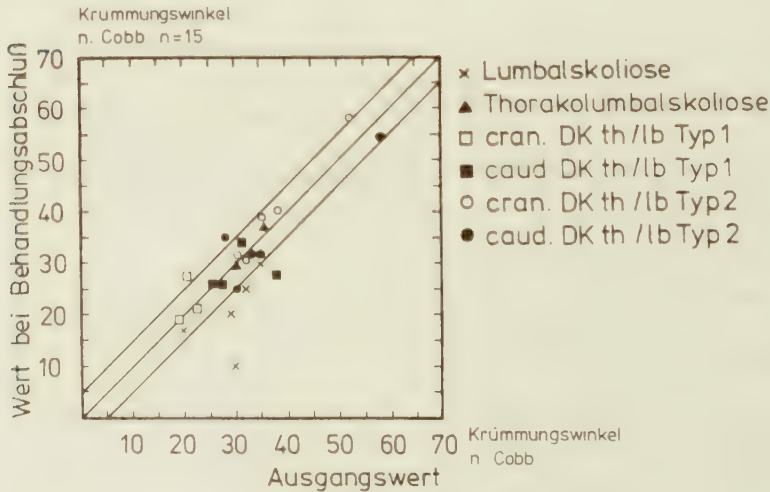
Die Aufrichtung von 12,4% der durchschnittlichen Krümmungswinkel der caudalen Krümmung im Vergleich zum Ausgangsbefund ist signifikant. Die Lumbalskiosen mit einer durchschnittlichen Korrektur von 30% haben das beste Abschlußresultat.

Die cranialen Krümmungen der Doppelkurven haben sich um 6,7% im Vergleich zum Ausgangsbefund verschlechtert, während es gleichzeitig zu einer Aufrichtung der lumbalen Krümmung von 6,6% kam.

Tab.11: Behandlungsergebnisse der Krümmungswinkel n.Cobb
bei Abschluß der Behandlung

Anzahl d.Pat.	Skoliose- Klassifizierung	Ausgangs- wert	Abschlußresultat			Spannweite abs. Korr.	
			abs.	Diff.	Korr. %		
n = 5	Lumbal	29,2°	20,4°	- 8,8°	30,1	3°- 20°	
n = 2	Thorakolumbal	32,5°	34 °	+ 1,5°	- 4,6	-3°- 0°	
n = 3	Doppelkurve	th	20,6°	22,3°	+ 1,7°	- 8	-6°- 1°
	Typ 1	lb	30,3°	26,7°	- 3,6°	12	0°- 10°
n = 5	Doppelkurve	th	37,2°	39,6°	+ 2,4°	- 6,5	-6°- 1°
	Typ 2	lb	36,4°	35 °	- 1,4°	3,8	-7°- 5°
n = 8	craniale Kurven	31 °	33,1°	+ 2,1°	- 6,7	-6°- 1°	
n =15	caudale Kurven	32,3	28,3	- 4 °	12,4	-7°- 20°	

In Abb. 11 erfolgt die Gegenüberstellung der einzelnen Abschlußresultate zum Ausgangsbefund.



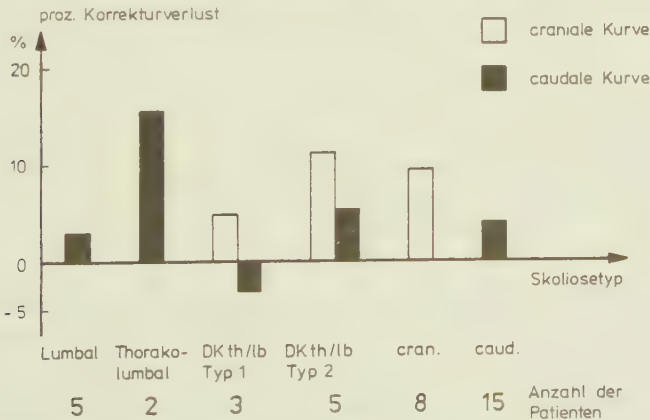
11 der insgesamt 15 caudalen Krümmungen hatten sich im Vergleich zum Ausgangsbefund verbessert, 6 davon um mindestens 5° n.Cobb. Das beste Resultat erzielte eine Lumbalskoliose mit einer Aufrichtung von 20° n.Cobb bei einem Ausgangswert von 30°. 2 caudale Krümmungen blieben unverändert, verschlechterten sich, eine davon um mehr als 5° n.Cobb.

Von den cranialen Krümmungen konnten nur 2 um 1° n.Cobb aufgerichtet werden, 1 blieb unverändert, 5 verschlechterten sich, 2 davon um mehr als 5° n.Cobb.

Eine wichtige Frage der Abschlußuntersuchungen war, ob eine weitere Progredienz der Skoliosen nach Beendigung der Korsettbehandlung erfolgte.

Abb. 12 zeigt die prozentualen Korrekturverluste nach Behandlungsende in Abhängigkeit vom Skoliosetyp.

Abb.12: Prozentualer Korrekturverlust der Skoliosetypen durchschnittlich 13 Monate nach Behandlungsende



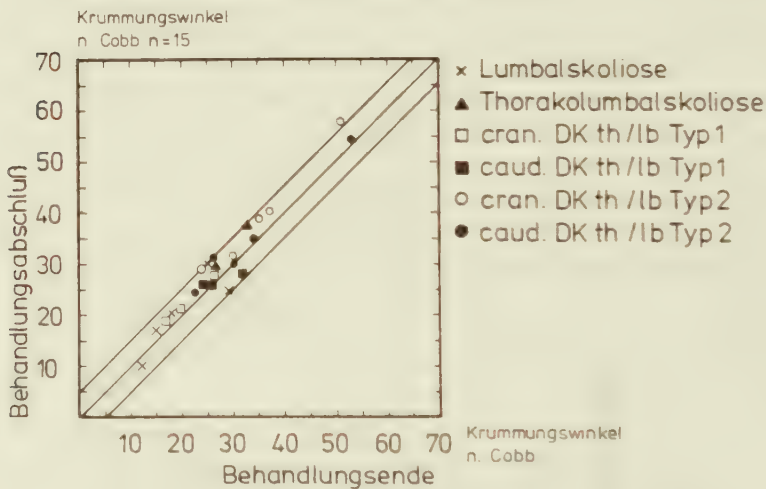
Der proz. Korrekturverlust errechnet sich aus der Differenz der Werte bei Behandlungsabschluß und -ende dividiert durch den Wert bei Behandlungsende.

Ein deutlicher Korrekturverlust nach Behandlungsende erfolgte mit 9,5% bei den cranialen Krümmungen und mit 15,3% bei den beiden Thorakolumbalskoliosen. Mit durchschnittlich 4% war der Korrekturverlust bei den caudalen Krümmungen gering. Die lumbalen Krümmungen der Doppelkurven vom Typ 1 er-

zielten sogar eine weitere Aufrichtung von 3,6% bei gleichzeitiger Verschlechterung der thorakalen Krümmungen um 4,7%.

Mit Sicherheit ist der durchschnittliche Zeitraum von 13 Monaten zu gering, um eine abschließende Aussage zu treffen. Diese Aussage wird sich auch nicht allgemein beantworten lassen, wie das Spektrum der individuellen Korrekturverluste in Abb.13 zeigt.

Abb.13: Gegenüberstellung der cranialen und caudalen Krümmungswinkel n.Cobb bei Behandlungsende und Behandlungsabschluß



Während bei der Mehrzahl der Krümmungen geringe Krümmungswinkelzunahmen zu beobachten waren, fanden sich bei 3 caudalen und bei 2 cranialen Krümmungen eine Zunahme von 5° n. Cobb oder darüber. Dagegen war bei 3 caudalen Krümmungen sogar eine Abnahme des Krümmungswinkels von 2-4 n.Cobb zu beobachten. Signifikant ist die weitere Zunahme des cranialen Krümmungswinkels nach Behandlungsende, die auch schon während der Behandlung im Vergleich zur caudalen Krümmung deutlich zu erkennen war.

An dieser Stelle soll einmal auf das Problem von haltungsbedingten Meßungenauigkeiten hingewiesen werden. So fallen häufig bei der Auswertung der WS-Ganzaufnahmen recht große Unterschiede im röntgenologischen Thoraxüberhang zwischen den einzelnen Aufnahmen und im Vergleich zum klinisch gemess-

senen Wert auf. Durch ein intensives krankengymnastisches Übungsprogramm erlernt der Patient eine muskuläre Haltungskorrektur. Psychisch motiviert, die belastende Korsettbehandlung zu beenden, könnte der Patient bei Entwöhnungsbeginn und Behandlungsende durch aktive Streckung und Beckenaufrichtung den flexiblen Teil der Skoliose während der Aufnahme aufrichten.

2.2 Behandlungsverlauf der Scheitelwirbelrotation n. NASH und MOE

Untersucht werden sollte die derotatorische Korrektur des Boston-Brace-Systems. Der Behandlungsverlauf der einzelnen Patienten, unterteilt in Scheitelwirbelhöhe, wird in den Tab.III und IV des Anhangs aufgeführt. Untersucht wurden die 41 idiopathischen Skoliosen.

2.2.1 Ausgangsbefund

Die Scheitelwirbelrotation nach NASH und MOE der 41 idiopathischen Skoliosen bei Behandlungsbeginn ist aus Tab. 12 ersichtlich.

Tab. 12: Scheitelwirbelrotation nach NASH und MOE bei Behandlungsbeginn

Anzahl d.Pat.	Skoliose- Klassifizierung	Scheitel- wirbel	Rotationsstadium n.NASH u.MOE					
			0	1	2	3	4	$\bar{x}$
n = 20	Lumbal	L 1 - 2	0	9	11	0	0	1,6
n = 5	Thorakolumbal	D11 -12	1	1	3	0	0	1,4
n = 9	Doppelkurve th	D 8 - 9	1	8	0	0	0	0,9
	Typ 1 1b	L 1 - 2	0	3	5	1	0	1,8
n = 7	Doppelkurve th	D 7 - 9	0	2	5	0	0	1,7
	Typ 2 1b	D12 -L2	0	3	4	0	0	1,6
n = 16	craniale Kurven	D 7 - 9	1	10	5	0	0	1,3
n = 41	caudale Kurven	D12 -L2	1	16	23	1	0	1,6
n = 57	gesamte Kurven	D 7 -L2	2	26	28	1	0	1,5

2.2.2 Primärkorrektur

Für die vergleichende Untersuchung wurden die caudalen und cranialen Krümmungen zusammengefaßt. Die Veränderungen in der Bilanz werden dann wieder

den Skoliosetypen zugeordnet.

Abb. 14 und 15 zeigen die Rotationsveränderung nach NASH und MOE der Scheitelwirbel der cranialen und caudalen Krümmungen bei initialer Korrektur im Korsett gegenüber dem Ausgangsbefund bei Behandlungsbeginn.

Rotation nach Nash und Moe

Abb. 14

n=16 craniale Krümmungen

PK Beg	0	I	II	III
0	0	1	0	0
I	0	10	0	0
II	0	0	5	0
III	0	0	0	0
n	0	11	5	0

Abb. 15

n=41 caudale Krümmungen

PK Beg	0	I	II	III
0	1	0	0	0
I	6	10	0	0
II	0	5	18	0
III	0	0	1	0
n	7	15	19	0

PK : Primärkorrektur

Beg.: Behandlungsbeginn

In der Diagonalen von links oben nach rechts unten stehen die unveränderten Befunde. Rotationsverbesserungen stehen links und Rotationsverschlechterungen rechts von der Diagonalen.

In der Bilanz verschlechterte sich eine thorakale Krümmung einer Doppelkurve vom Typ 1 von einem Rotationsstadium 0 auf ein Stadium I bei gleichzeitiger Korrektur der lumbalen Krümmung von einem Stadium II auf ein Stadium I. Das Rotationsstadium der übrigen 15 cranialen Krümmungen blieb unverändert.

Bei den 41 caudalen Krümmungen erfolgte 12 mal eine Derotation um je ein Rotationsstadium, 6 mal auf ein Stadium 0, 5 mal auf ein Stadium I und 1 mal auf ein Stadium II. Die 12 Rotationsveränderungen waren annähernd gleichmäßig auf alle Skoliosetypen verteilt. Die übrigen 29 caudalen Krümmungen blieben unverändert.

Die 12 Rotationsveränderungen verteilten sich auf die Skoliose Typen folgendermaßen:

n = 20	Lumbalskoliosen	5 x 1 Stadium nach NASH und MOE
n = 5	Thorakolumbalskoliosen	2 x 1 "
n = 9	Doppelkurven vom Typ1	4 x 1 "
n = 7	Doppelkurven vom Typ2	1 x 1 "
n = 41	caudale Krümmungen	12 x 1 Stadium nach NASH und MOE

2.2.3 Entwöhnungsbeginn

Die Rotationsänderung nach NASH und MOE der cranialen und caudalen Krümmungen bei Entwöhnungsbeginn im Vergleich zum Ausgangswert zeigen Abb.16 und 17

Rotation nach Nash und Moe

Abb. 16

n = 11 craniale Krümmungen

Entw. Beg.	0	I	II	III
0	0	1	0	0
I	0	6	0	0
II	0	0	4	0
III	0	0	0	0
n	0	7	4	0

Abb. 17

n = 26 caudale Krümmungen

Entw. Beg.	0	I	II	III
0	0	0	0	0
I	0	9	2	0
II	0	0	14	0
III	0	0	0	1
n	0	9	16	1

Entw. : Entwöhnungsbeginn

Beg. : Behandlungsbeginn

Ohne Korsett fanden sich im Vergleich zum Ausgangsbefund 3 Rotationszunahmen um 1 Rotationsstadium. 1 von 11 cranialen Krümmungen hatte sich wie schon bei der Primärkorrektur von einem Stadium 0 auf ein Stadium I verschlechtert. Von den 26 caudalen Krümmungen hatten sich eine Lumbalskoliose und eine Doppelkurve vom Typ 1 von einem Stadium I auf ein Stadium II verschlechtert. Alle übrigen 23 Skoliosen blieben unverändert.

2.2.4 Behandlungsende und Behandlungsabschluß

Im Vergleich zum Entwöhnungsbeginn fanden sich bei Behandlungsende und Behandlungsabschluß keine Rotationsveränderungen.

Eine derotatorische Korrekturwirkung um je 1 Rotationsstadium, die im Korsett bei 12 von 41 caudalen Krümmungen zu erkennen war, konnte im Behandlungsverlauf ohne Korsett nicht gehalten werden.

2.3 Behandlungsverlauf des Rotationsindex

Es stellt sich die Frage, ob die Rotationsstadieneinteilung nach NASH und MOE nicht zu grob ist, um die Veränderung einer kontinuierlichen Meßgröße wie der Wirbelrotation zu beschreiben. Diese kontinuierliche Messung ist mit der Bestimmung des röntgenologisch gemessenen Rotationsindex möglich. In diesem Abschnitt soll untersucht werden, ob der Rotationsindex einen detaillierteren Aussagewert bei der Beobachtung der Rotationsveränderung ermöglicht. Wegen der interindividuellen Varianz der Meßgröße hat der Verlauf der Einzelbeobachtung den größten Aussagewert.

Der Behandlungsverlauf jedes einzelnen Patienten läßt sich in den Tab. II und IV des Anhangs finden.

2.3.1 Ausgangsbefund

Der durchschnittliche Rotationsindex bei Behandlungsbeginn der verschiedenen Skoliose Typen und die Spannweite der Meßergebnisse gibt Tab. 13 an.

Der höchste Rotationsindex betrug cranial 23° und caudal 34° , der niedrigste cranial 10° und caudal 9° .

Zwischen den einzelnen Skoliose Typen bestand kein signifikanter Unterschied in der Wirbelrotation.

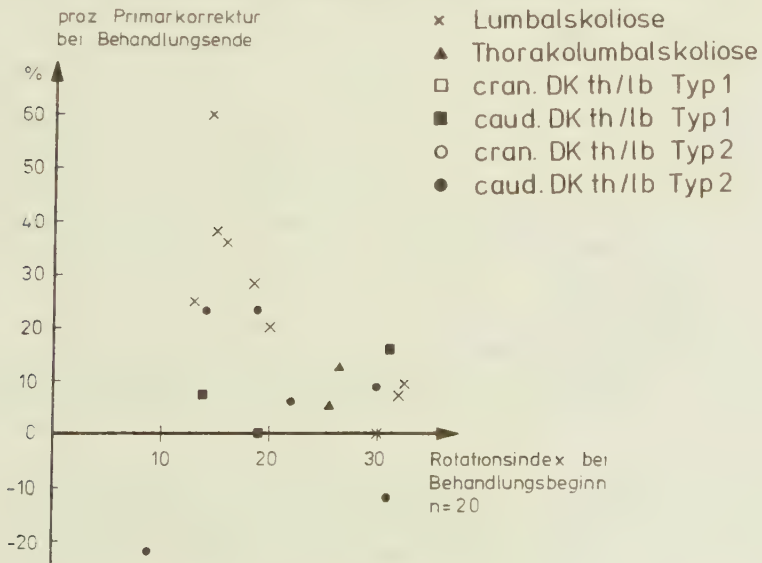
Keine signifikante Beziehung fand sich zwischen den Ausgangswerten der Krümmungswinkel nach Cobb und dem Rotationsindex.

Tab.13: Durchschnittlicher Rotationsindex der Scheitelwirbel
bei Behandlungsbeginn

Anzahl d.Pat.	Skoliose- Klassifizierung	Ausgangswert cran. caud.	Spannweite absolut
n = 20	Lumbal	19,8	10-32
n = 5	Thorakolumbal	21,8	11-34
n = 7	DKth/lb Typ 1	14 / 18,6	20-23 / 10-31
n = 7	DKth/lb Typ 2	17,7 / 19,3	10-21 / 9-31
n = 16	craniale Kurven	15,6	10-23
n = 41	caudale Kurven	19,7	9-34

Für die 9 Lumbalskoliosen besteht eine negative, signifikante Korrelation zwischen dem Ausgangswert des Rotationsindex und der prozentualen Korrektur des Krümmungswinkels bei Behandlungsende. Für die gesamten 20 caudalen Krümmungen ist diese Beziehung auf einem Signifikanzniveau von 10% gesichert.

Abb. 18: Beziehung zwischen dem Rotationsindex bei Behandlungsbeginn und der proz. Korrektur des Krümmungswinkels bei Behandlungsende



Der Rotationsindex bei Behandlungsbeginn hat damit prognostische Bedeutung für den Therapieerfolg der Korsettbehandlung.

2.3.2 Primärkorrektur

Die initiale Korrektur des Rotationsindex im Korsett ist Tab.14 zu entnehmen.

Tab.14: Durchschnittliche initiale Korrektur des Rotationsindex im Korsett

Anzahl d.Pat.	Skoliose-Klassifizierung	Ausgangswert	Primärkorrektur			Spannweite abs. Korr.
			abs.	Diff.	Korr. %	
n = 20	Lumbal	19,8	16,7	- 3,1	15,7	-7 - 10
n = 5	Thorakolumbal	21,8	15,2	- 6,6	30,3	1 - 12,5
n = 9	Doppelkurve Typ 1	th	14	+ 0,2	- 1,4	-8 - 6
		1b	18,6	- 2,7	14,5	3 - 7
n = 7	Doppelkurve Typ 2	th	17,7	+ 1,9	-10,7	-7 - 5
		1b	19,3	- 0,8	4,1	-4 - 4
n = 16	craniale Kurven	15,6	16,6	+ 1	- 6,4	-8 - 6
n = 41	caudale Kurven	19,7	16,6	- 3,1	15,7	-4 - 12,5

Die caudalen Kurven wurden signifikant im Durchschnitt um $3,1^\circ$ derotiert. Wie bei der initialen Korrektur der Krümmungswinkel scheint die Primärkorrektur der Wirbelrotation bei den Thorakolumbalskoliosen mit einer absoluten Korrektur von $6,6^\circ$ am stärksten ausgeprägt. Auffällig ist die durchschnittliche Rotationszunahme von ca. 1° der cranialen Kurven. Diese Zunahme ist jedoch nicht signifikant.

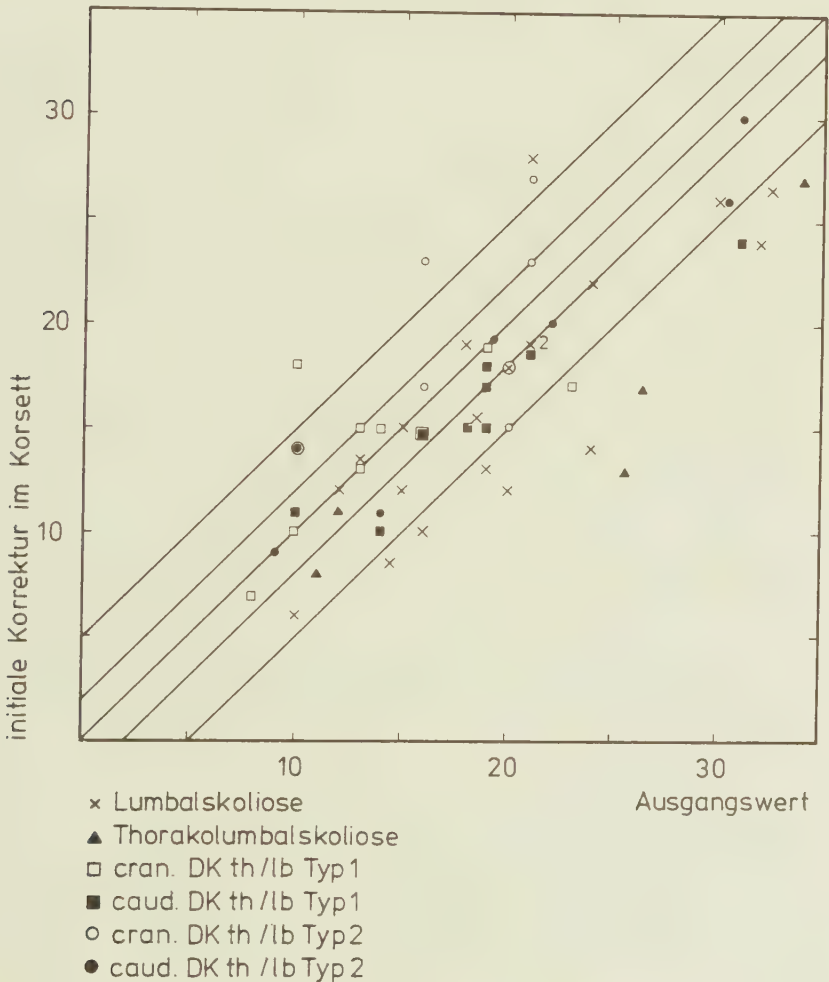
In Abb. 19 erfolgt eine Gegenüberstellung der einzelnen Meßwerte des Rotationsindex zwischen dem Ausgangsbefund und der initialen Korrektur im Korsett.

Auffällig ist, daß 27 der 57 Kurven innerhalb des $\pm 2^\circ$ betragenden Meßfehlerbereichs liegen. 41 der 57 Kurven befinden sich innerhalb der $\pm 5^\circ$ Grenze. Bei 11 der 41 caudalen Kurven und 1 der 16 cranialen Kurven erfolgte eine

Derotation um mehr als 5° . Die größte Derotation lag bei $12,5^\circ$.

Dagegen hatten sich 3 der cranialen und 1 lumbale Kurve um mehr als 5° verschlechtert. Die größte Rotationszunahme lag bei 8° einer cranialen Kurve.

Abb.19: Gegenüberstellung des Rotationsindex der Scheitelwirbel zwischen Ausgangsbefund und initialer Korrektur im Korsett
n = 41



Zwischen dem Ausgangswert des Rotationsindex und dem Meßwert bei initialer Korrektur im Korsett besteht eine positiv signifikante Korrelation. Allgemein läßt sich keine signifikante Korrelation zwischen der prozentualen Aufrichtung des Krümmungswinkels im Korsett und der absoluten Änderung des Rotationsindex feststellen.

2.3.3 Entwöhnungsbeginn

Die Röntgenkontrolle erfolgte ohne Korsett. Tab.15 gibt den Rotationsindex bei Entwöhnungsbeginn an.

Tab.15: Rotationsindex der Scheitelwirbel bei Entwöhnungsbeginn im Vergleich zum Ausgangsbefund

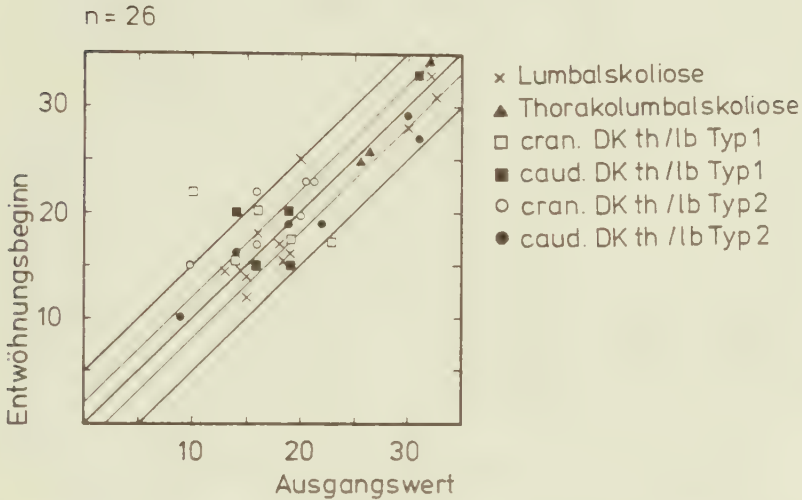
Anzahl d.Pat.	Skoliose-Klassifizierung	Ausgangswert	Entwöhnungsbeginn			Spannweite abs. Korrr.
			abs.	Diff.	Korr. %	
n = 12	Lumbal	20,3	19,9	- 0,4	2	-5 - 3
n = 3	Thorakolumbal	28,7	27,7	- 1	3,5	0,5- 2
n = 5	Doppelkurve Typ 1	th	16,4	18,4	+ 2	-12 - 6
	lb	19,8	20,6	+ 0,8	- 4	-6 - 4
n = 6	Doppelkurve Typ 2	th	17,3	20	+ 2,7	6 - 0
	lb	20,8	20	- 0,8	4	-2 - 4
n = 11	craniale Kurven	16,9	19,3	+ 2,4	-14,6	-12 - 6
n = 26	caudale Kurven	21,3	20,9	- 0,4	1,9	-6 - 4

Die geringe Derotation von $0,4^\circ$ der caudalen Kurven bei Entwöhnungsbeginn ist nicht signifikant. Signifikant ist die Zunahme des Rotationsindex um $2,4^\circ$ im Thorakalbereich.

Eine Gegenüberstellung der Einzelverläufe zwischen Ausgangswert und dem Rotationsindex bei Entwöhnungsbeginn zeigt Abb.20.

24 von insgesamt 37 Kurven liegen innerhalb des $\pm 2^\circ$ betragenden Meßfehlerbereichs. Nur eine craniale Kurve hatte sich mit 6° um mehr als 5° derotiert. 2 craniale und eine caudale Kurve hatten sich um mehr als 5° verschlechtert.

Abb. 20: Gegenüberstellung des Rotationsindex zwischen Ausgangswert und Wert bei Entwöhnungsbeginn



Auffallend ist die Zunahme des Rotationsindex um 12° der thorakalen Kurve bei einer Doppelkurve vom Typ 1 (Nr.26). Lumbal beträgt die Rotationszunahme 1° . Diese Rotationszunahme geht mit einer gleichzeitigen Zunahme der Krümmungswinkel von thorakal 7° n.Cobb und lumbal 6° n.Cobb einher.

2.3.4 Behandlungsende und Behandlungsabschluß

In den Tab.16 und 17 werden die Behandlungsergebnisse der Wirbelrotation bei Behandlungsende und Behandlungsabschluß angegeben.

Bei Behandlungsende und Behandlungsabschluß läßt sich sowohl für die cranialen wie für die caudalen Kurven im Vergleich zum Ausgangsbefund keine signifikante Rotationsänderung feststellen.

Tab. 16: Rotationsindex der Scheitelwirbel bei Behandlungsende
im Vergleich zum Ausgangsbefund

Anzahl d.Pat.	Skoliose- Klassifizierung	Ausgangs- wert	Behandlungsende			Spannweite abs. Korrr.
			abs.	Diff.	Korr. %	
n = 9	Lumbal	21,5	21,5	0	0	-5 - 2
n = 2	Thorakolumbal	26	26	0	0	0
n = 3	Doppelkurve th Typ 1	19	17	-2	11	-2 - 6
	lb	21	23	+2	-10	-4 - 1
n = 6	Doppelkurve th Typ 2	17,3	19,3	+2	-12	-4 - 0
	lb	20,8	21,8	+1	- 5	-8 - 3
n = 9	craniale Kurven	17,8	18,6	+0,8	- 4	-4 - 6
n =20	caudale Kurven	21,6	22,3	+0,7	- 3	-8 - 3

Tab. 17: Rotationsindex der Scheitelwirbel bei Behandlungsende
im Vergleich zum Ausgangsbefund

Anzahl d.Pat.	Skoliose- Klassifizierung	Ausgangs- wert	Behandlungsabschluß			Spannweite abs. Korrr.
			abs.	Diff.	Korr. %	
n = 5	Lumbal	18,7	17,5	- 1,2	6,5	-1,5 - 4
n = 2	Thorakolumbal	26	28	+ 2	-7,5	-4 - 0
n = 3	Doppelkurve th	19	18	- 1	5	-2 - 2
	Typ 1 lb	21	23	+ 2	-10	-4 - 0
n = 5	Doppelkurve th	17	20	+ 3	-18	-11 - 1
	Typ 2 lb	20	20	0	0	-3 - 1
n = 8	craniale Kurven	17,4	19,5	+ 2,1	-12	-11 - 2
n = 15	caudale Kurven	20,2	20,6	+ 0,4	-2	-4 - 4

Abb. 21 und 22 geben die Einzelverläufe des Rotationsindex bei Behandlungsende und Behandlungsabschluß im Vergleich zum Ausgangswert wieder.

Abb. 21: Rotationsindex bei Behandlungsende im Vergleich zum Ausgangswert

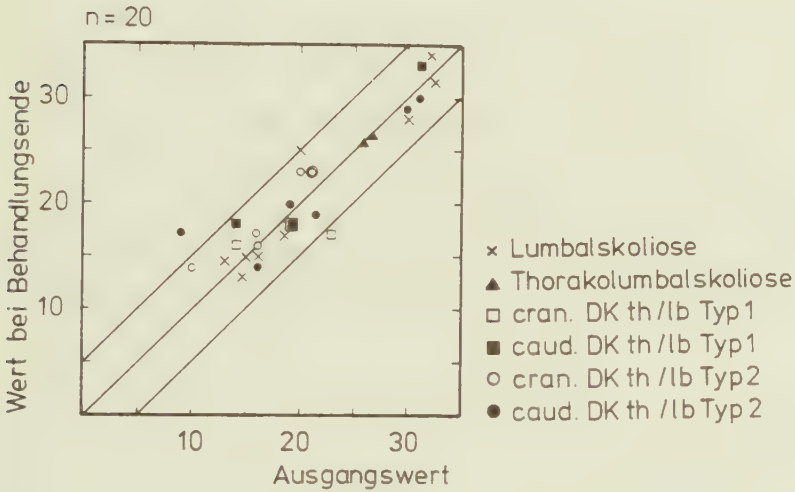
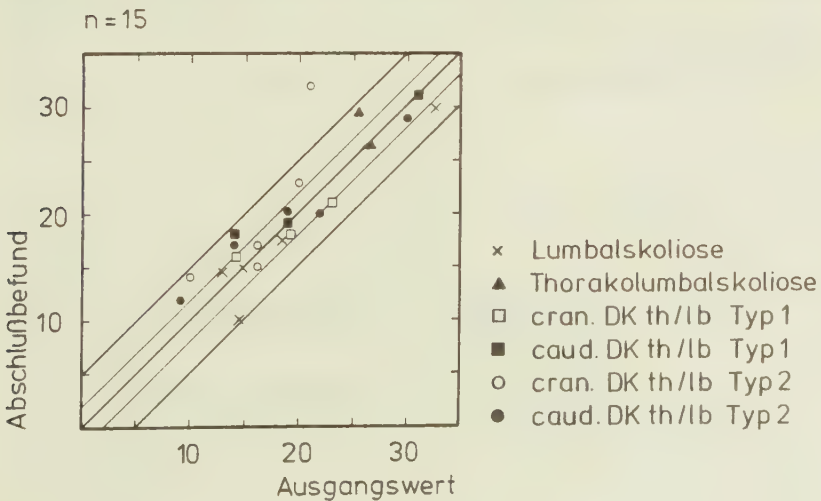


Abb. 22: Rotationsindex bei Behandlungsabschluß im Vergleich z. Ausgangswert



Fast alle Meßwerte liegen innerhalb des $\pm 5^\circ$ Bereichs.

Auffällig ist die Parallelentwicklung von proz. Krümmungswinkelkorrektur und Wirbelrotationsveränderung außerhalb der $\pm 5^\circ$ Grenze. Eine signifikante Beziehung zwischen absoluter Rotationsgradänderung und prozentualer Korrektur des Krümmungswinkels ist jedoch nicht vorhanden.

3 Behandlungsverlauf klinischer Skolioseparameter

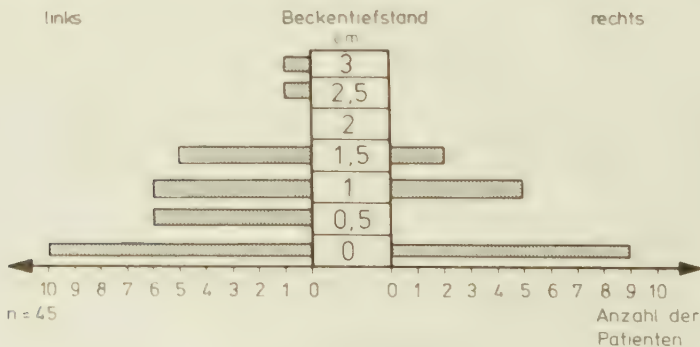
Die Auswertung des Behandlungsverlaufs klinischer Skolioseparameter ist schwierig. Die Meßmethoden sind meist nicht durch vereinheitlichte Meßkriterien standardisiert. Sie unterliegen subjektiven Einflüssen des Untersuchers und variieren erheblich mit der Anzahl der Untersucher. Zusätzlich sind viele Meßgrößen von der Haltung des Patienten abhängig.

Aus der Tab. V des Anhangs lassen sich die Veränderungen des Beckentiefstandes, Thoraxüberhangs, Rippenbuckels und des Lendenwulstes während des Behandlungsverlaufs nachlesen.

3.1 Beckentiefstand

Abb. 23 zeigt die Ausgangswerte des Beckentiefstandes von 45 Patienten bei Behandlungsbeginn, unterteilt in Höhe- und Seitenlokalisation des Beckentiefstandes.

Beckentiefstand und Seitenlokalisation



Bei 20 von 45 Patienten lag bei Behandlungsbeginn ein Beckentiefstand von mindestens 1 cm vor. Der größte Wert lag bei 3 cm. Diese Patientin (Nr.42) hatte eine erhebliche Beinlängendifferenz infolge einer Epiphysiolysis capitis femoris. Als einzige Patientin wies sie einen paradoxen Beckentiefstand auf.

Die Seite des Beckentiefstandes stimmte mit der Seite der caudalen Krümmungskonvexität hochsignifikant überein (Tab. 18).

Tab.18: Korrelation des Beckentiefstandes mit der Seitenlokalisation der caudalen Krümmung bei Behandlungsbeginn

	n	Konvexität der caud. Kurve	
		rechts	links
Beckentiefstand rechts	6	6	0
Beckentiefstand links	13	1	12
Beckengleichstand	26	1	25
	45	8	37

Nach klinisch und röntgenologisch nachgewiesener Aufrichtung der Skoliose bei Ausgleich des Beckentiefstandes wurde bei 12 der 45 Patienten eine Schuherhöhung verordnet.

Während der Korsettbehandlung war es bei den abgeschlossenen Behandlungen zu einem signifikanten Ausgleich des Beckentiefstandes im Vergleich zum Ausgleichswert gekommen.

3.2 Thoraxüberhang

Die Größe des Thoraxüberhangs gibt an, in welchem Maß die strukturelle Krümmung durch die kompensatorischen Krümmungen in der Frontalebene ausgeglichen wird. Jede statisch nicht kompensierte Skoliose muß muskulär ausgeglichen werden. Der Thoraxüberhang ist deshalb eine haltungsabhängige Größe.

37 der 45 Patienten wiesen bei Behandlungsbeginn einen Thoraxüberhang von mindestens 1 cm auf.

Tab. 19 zeigt, daß die Seite des Thoraxüberhangs hochsignifikant mit der Seite der Konvexität der caudalen, strukturellen Krümmung korreliert.

Tab. 19: Korrelation der Seitenlokalisation von Thoraxüberhang und Konvexität der caudalen Krümmung bei Behandlungsbeginn

n = 45	n	Konvexität d. caud Kurve	
		rechts	links
Thoraxüberhang rechts	10	7	3
Thoraxüberhang links	27	0	27
Thoraxgeradstand	8	1	7

Im Behandlungsverlauf kam es zu einer signifikanten Abnahme des Thoraxüberhangs. Ursache dafür war die Aufrichtung des caudalen Krümmungswinkels und die Abnahme des konvexseitigen Beckentiefstands. Zusätzlich hatte sich der craniale Krümmungswinkel vergrößert. Auch eine verstärkte, strukturelle Veränderung der cranialen Krümmung mit Zunahme des röntgenologischen Rotationsindex und des Rippenbuckels war zu beobachten.

Während des Behandlungsverlaufs im Boston-Korsett besteht die Tendenz zur Entwicklung einer doppelkurvigen, strukturellen Krümmung mit caudal vermindertem Krümmungswinkel. Die dadurch bedingte Kompensation der Rumpfstatik führt zu der Wiederherstellung einer achsengerechten Belastung der Wirbelsäule.

3.3 Rippenbuckel

Das Meßgerät nach GÜTZE steht erst seit kürzerer Zeit für die Messung des Rippenbuckels und Lendenwulstes zur Verfügung. Durch die fehlende Standardisierung und die wechselnden Untersucher ist eine Beurteilung des Behandlungsverlaufs schwierig. Häufig fehlen differenzierte Angaben über den tief-sitzenden Rippenbuckel der caudalen Krümmung und den hochsitzenden Rippenbuckel der cranialen Krümmung.

Vergleicht man die Behandlungsverläufe bis zum Abschluß der Behandlung, so finden sich 7 Verschlechterungen, 6 unveränderte und 2 verbesserte Befunde. Diese Tendenz zur Zunahme des Rippenbuckels ist nicht signifikant.

Sie steht jedoch im Einklang mit der Beobachtung einer verstärkten, cranialen Scheitelwirbelrotation im Korsett und der Zunahme des cranialen Krümmungswinkels im Behandlungsverlauf.

3.4 Lendenwulst

Im Vergleich des Behandlungsverlaufs mit dem Ausgangsbefund kam es zu einer stetigen Abnahme des Lendenwulstes. Diese Abnahme ist beim Abschlußbefund signifikant. Dieses Ergebnis entspricht der Abnahme des caudalen Krümmungswinkels.

4. Komplikationen während der Boston-Korsett Behandlung

Die Größe der Korrekturkräfte, die durch das Korsett auf die Skoliose übertragen werden, ist durch das Druckaufnahmevermögen der Haut limitiert. Neben technischen Problemen bei der Korsettversorgung kam es deshalb hauptsächlich zu Hautschäden.

Bei 7 Patienten entwickelten sich behandlungsbedürftige, schmerzhafte Hautdruckstellen. Mit Hilfe von Alkoholabreibungen und gegebenenfalls Korrekturen am Boston-Korsett konnten diese in 5 Fällen ohne Unterbrechung der Behandlung zur Abheilung gebracht werden. 2 mal kam es zu oberflächlichen Ulzerationen der Haut, die zu einer zeitweiligen Unterbrechung der Behandlung zwangen. In keinem Fall mußte die Korsetttherapie abgebrochen werden. Prädelektionsorte für Hautdruckstellen sind die Beckenkämme in Höhe der Spina iliaca anterior und die Druckzonen der Thoraxpelotten besonders während der ersten 3 Monate der Behandlung.

Bei 3 Patienten entwickelten sich infolge der erschwerten Schweißabsonderung eine ekzematöse Hautveränderung und 2 mal eine Pilzdermatose.

Bei einer Patientin mußte wegen einer psychisch bedingten extremen Gewichtsabnahme die Behandlung bei fast abgeschlossenem Wachstum abgebrochen werden.

5. Zusammenfassende Analyse der Behandlungsergebnisse

5.1 Beziehung zwischen der Korrektur des Krümmungswinkels und dem Skoliosetyp

Die Bewertung dieses Zusammenhangs ist schwierig, da der Skoliosetyp nur einer von vielen Einflußgrößen unterschiedlicher Bedeutung darstellt, die die Progredienz einer Skoliose bestimmen. Eigentlich müßte bei jedem einzelnen Patienten das erzielte Behandlungsergebnis einem fiktiven Wert des unbehandelten Erkrankungsverlaufs gegenübergestellt werden.

Die durch das Korsett auf die Skoliose übertragenen Korrekturkräfte sind mitentscheidend für die wachstumslenkende Korsetttherapie. Die initiale Korrektur im Korsett erlaubt einen Rückschluß auf die Leistungsfähigkeit des Korsetts bei den verschiedenen Skoliosetypen.

Mit einer initialen Korrektur des Krümmungswinkels von durchschnittlich 51,6% erzielten die caudalen Krümmungen eine signifikant höhere Korrektur als die cranialen, strukturellen Krümmungen mit 24,3%. Die einbogigen Skoliosen erreichten mit 57,9% eine bessere Korrektur als die lumbalen Krümmungen der doppelbogigen Skoliosen mit 43%.

Mit 74,2% konnten die Thorakolumbalskoliosen am besten aufgerichtet werden. Die höchste, absolute Korrektur betrug 34° n.Cobb.

Die Lumbalskoliosen wiesen eine Primärkorrektur von 53,8% auf. Diese Korrektur unterschied sich nicht signifikant von den Thorakolumbalskoliosen.

Bei den doppelbogigen Skoliosen blieben die thorakalen Krümmungen mit 15% beim Typ 2 und 36% beim Typ 1 überproportional zu der Primärkorrektur der caudalen Krümmungen mit 35,4% beim Typ 2 und 50,3% beim Typ 1 zurück.

Die schlechteste Korrektur mit thorakal 15 % und lumbal 35.4 % erzielten die Doppelkurven vom Typ 2.

Der Behandlungsverlauf bis zum Behandlungsende und -abschluß wird durch die verschiedenen Einflußgrößen bestimmt. So besitzen die verschiedenen Skoli-

osetypen unterschiedliche Progredienzerwartungen. Die Effektivität der Behandlungen ist deshalb nicht allein durch das Korrekturergebnis bestimmt. Ebenso die kleine Patientenzahl erschwert eine verallgemeinernde Aussage.

Die Lumbalskoliosen ($n=5$) wiesen mit einer durchschnittlichen, prozentualen Korrektur des Krümmungswinkels von 30,1% ($\cong 8,8^\circ$ n.Cobb) bei Behandlungsabschluß das mit Abstand beste Korrekturergebnis auf. Auch der Korrekturverlust - ca.13 Monate nach Behandlungsende - war mit durchschnittlich 3% ($\cong 0,6^\circ$ n.Cobb) gering.

Die Thorakolumbalskoliosen ($n=2$) wiesen bei Behandlungsabschluß eine Krümmungswinkelzunahme von 4,6% ($\cong 1,5^\circ$ n.Cobb) auf, die z.T. auf einen erheblichen Korrekturverlust von durchschnittlich 15,3% ($\cong 4,5^\circ$ n.Cobb) nach Behandlungsende zurückzuführen war.

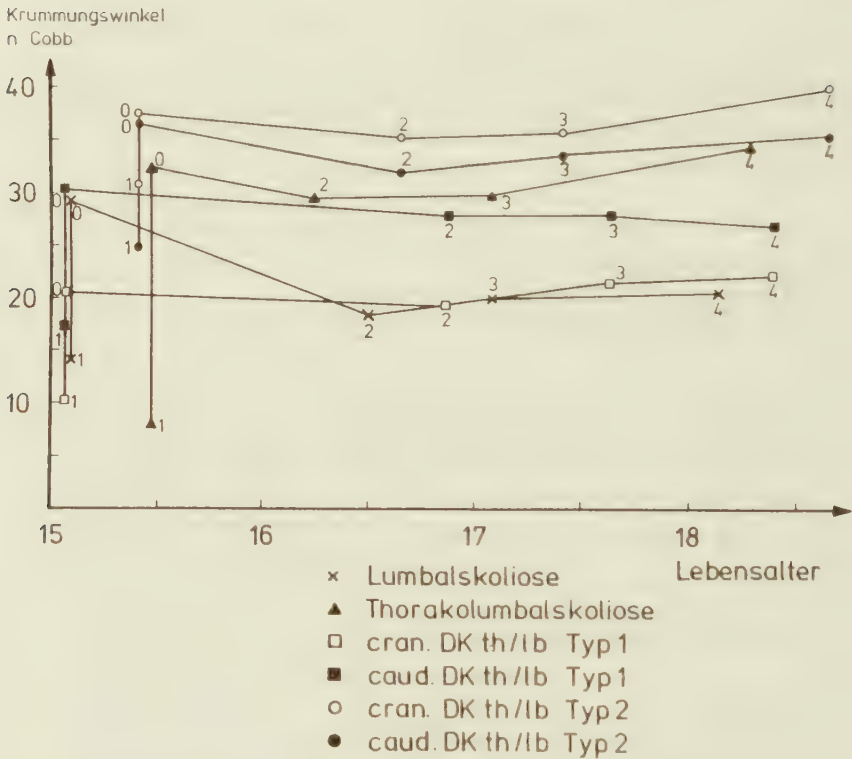
Die doppelbogigen Skoliosen vom Typ 1 ($n=3$) erzielten bei Behandlungsabschluß eine durchschnittliche Korrektur des lumbalen Krümmungswinkels von 12% ($\cong 3,6^\circ$ n.Cobb). Nach Behandlungsende war eine weitere Korrekturbesserung von $0,9^\circ$ n.Cobb zu beobachten. Gleichzeitig nahm die thorakale Krümmung um $8,3^\circ$ ($\cong 1,7^\circ$ n.Cobb) zu bei einem Korrekturverlust von durchschnittlich $3,6^\circ$ ($\cong 1^\circ$ n.Cobb). Mit einem durchschnittlichen Abschlußergebnis von thorakal $22,3^\circ$ n.Cobb und lumbal $26,7^\circ$ n.Cobb war im Behandlungsverlauf eine tendenzielle Entwicklung zur Doppelkurve vom Typ2 zu beobachten.

Die doppelbogigen Skoliosen vom Typ2 ($n=5$) wiesen bei Behandlungsabschluß lumbal eine geringe Aufrichtung des Krümmungswinkels von 3,8% ($\cong 1,4^\circ$ n.Cobb) auf, während der thorakale Krümmungswinkel um $6,5^\circ$ ($\cong 2,4^\circ$ n.Cobb) zunahm. Mit einem durchschnittlichen Korrekturverlust von thorakal 11,2% ($\cong 4^\circ$ n.Cobb) und lumbal 5,4% ($\cong 1,8^\circ$ n.Cobb) erfolgte thorakal eine erhebliche Krümmungswinkelzunahme nach Behandlungsende.

Graphisch veranschaulicht Abb. 24 den Behandlungsverlauf der einzelnen Skoliose Typen bis zum Behandlungsabschluß.

Die Lumbalskoliosen wiesen deutlich die günstigsten Korrekturergebnisse auf. Bei den Doppelkurven war eine Zunahme des thorakalen Krümmungswinkels bei gleichzeitiger Aufrichtung des lumbalen Krümmungswinkels zu beobachten.

Abb. 24: Behandlungsverlauf bis zum Behandlungsabschluß
der einzelnen Skoliose Typen



5.2 Prognostisch wichtige Einflußgrößen für das Therapieergebnis

Der Skoliose Typ, der Ausgangswert und die Primärkorrektur des Krümmungswinkels hatten eine prognostische Bedeutung für das Therapieergebnis bei Behandlungsende. Von untergeordneter, prognostischer Bedeutung war der Rotationsindex bei Behandlungsbeginn.

Gemeinsam ist den 3 letztgenannten Faktoren, daß sie einen Aussagewert über den Grad der Fixierung einer Skoliose besitzen. Das Gleiche gilt für die Bending-Aufnahmen.

Die Patientengruppe mit einer Primärkorrektur des Krümmungswinkels von mindestens 50% erzielten bei Behandlungsende mit 23,9% eine signifikant bessere Aufrichtung des Krümmungswinkels als die Vergleichsgruppe mit einer Primärkorrektur unter 50% und einer Korrektur von 7,7% bei Behandlungsende.

Zur Aufrichtung des flexiblen Skolioseanteils und langfristigen Auflösung des strukturellen Fixationswiderstandes ist der Korsettsitz entscheidend. Nur ein gut angefertigtes Korsett gewährleistet eine optimale Übertragung der Korrekturkräfte auf die Skoliose. Hierbei ist die gute Zusammenarbeit zwischen dem Orthopädietechniker und dem behandelnden Arzt ausschlaggebend, um das Korsett ständig dem wachsenden Patienten und der sich verändernden Ausgangssituation anzupassen. Die Mitarbeit des Patienten und ein intensives krankengymnastisches Übungsprogramm sind Voraussetzung für den Erfolg der Therapie.

Bei dem untersuchten Patientenkollektiv fand sich kein signifikanter Einfluß des Alters, Risserstadiums und der Krümmungsausdehnung bei Behandlungsbeginn auf die Primärkorrektur und das Korrekturergebnis bei Behandlungsende. Der Aussagewert des chronologischen Alters und des Risserstadiums liegt in der Abschätzung des noch zu erwartenden Wachstumspotentials, das eine Voraussetzung für die wachstumslenkende Korsettherapie ist.

Bei einem Durchschnittsalter von 15 Jahren und einem Risserstadium von durchschnittlich 3,2 bei Behandlungsbeginn ist anzunehmen, daß das Wachstumspotential zu gering war, um eine Aussage über diesen Zusammenhang zu erlauben.

5.3 Derotatorische Korrektur

Das Boston-Korsett ist als Derotationsorthese konstruiert. Zur Überprüfung der derotatorischen Korrektur sind die Meßmethoden nach NASH und MOE und die Bestimmung des Rotationsindex durchgeführt worden. Beide Verfahren beruhen auf der Beurteilung der konvexseitigen Bogenwurzelaußenlenkung auf der Röntgenaufnahme. Wegen der großen, individuellen Variation der Wirbelmorphologie erlauben beide Verfahren vorwiegend qualitative Aussagen. Der Rotationsindex eignet sich für eine feinstufigere Beschreibung dieser kontinuierlichen Meßgröße und ermöglicht detailliertere Aussagen im Verlauf jedes einzelnen Patienten.

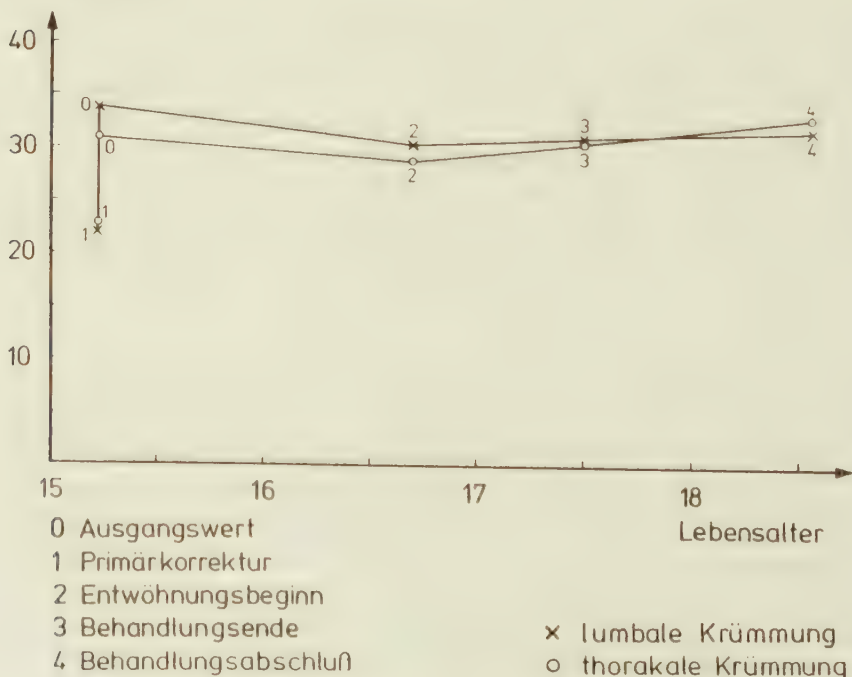
Allgemein läßt sich mit beiden Methoden eine signifikante, derotatorische Korrektur der Wirbelrotation initial im Korsett feststellen. Eine andauernde, signifikante Derotation ohne Korsett läßt sich während des Behandlungsverlaufs nicht erkennen. Der Rotationsindex zeigt im Behandlungsverlauf parallel zur Krümmungswinkelentwicklung eine tendenzielle, jedoch nicht signifikante Rotationszunahme der cranialen Krümmungen an.

5.4 Korrekturverhalten der cranialen Krümmung im Behandlungsverlauf

In Abb. 25 ist der Behandlungsverlauf der cranialen und caudalen Krümmungswinkel der doppelbogigen Skoliosen aufgetragen, die bis zum Behandlungsabschluß verfolgt werden konnten.

Abb. 25: Behandlungsverlauf der durchschnittlichen cranialen und caudalen Krümmungswinkel der doppelbogigen Skoliosen bis Behandlungsabschluß

Krümmungswinkel
n Cobb n=8



Während die lumbalen Krümmungswinkel bis zum Behandlungsabschluß um durchschnittlich $2,3^\circ$ n.Cobb (6,6%) aufgerichtet wurden, erfolgte eine gleichzeitige Zunahme des thorakalen Krümmungswinkels um $2,1^\circ$ n.Cobb (6,7%). So kam es z.B. bei einer Doppelkurve vom Typ 1 (Nr.8) zu einer Zunahme des thorakalen Krümmungswinkels um 6° auf 27° n.Cobb bei einer gleichzeitigen Aufrichtung der lumbalen Krümmung um 10° auf 28° n.Cobb. Es erfolgte damit eine Entwicklung der Doppelkurve vom Typ 1 zum Typ 2.

Parallel zur Krümmungswinkelentwicklung zeigte der Rotationsindex eine tendenzielle, jedoch nicht signifikante Rotationszunahme im Thorakalbereich an.

Auch der Verlauf der klinischen Parameter unterstützt diese beiden Beobachtungen. So nahm die durchschnittliche Rippenbuckelhöhe im Behandlungsverlauf kontinuierlich zu und deutet eine Zunahme des Krümmungswinkels und der Wirbelrotation im Thorakalbereich an.

Klinisch nahmen der Beckentieftand, der Lendenwulst und der Thoraxüberhang signifikant im Vergleich zum Ausgangsbefund ab und belegen eine Korrektur der lumbalen Krümmung. Besonders die signifikante Abnahme des Thoraxüberhangs ist als Hinweis eines Ausgleichs der lumbalen Krümmung durch die kompensatorische, bzw. strukturelle, thorakale Krümmung zu interpretieren.

Um diese Beobachtung weiter zu untersuchen, ist in Abb.26 die Skolioseklassifizierung der Ausgangsbefunde der Klassifizierung des Behandlungsstandes vom Oktober 1982 gegenübergestellt worden.

Abb. 26

Gegenüberstellung der Skolioseklassifizierung des Ausgangsbefundes und des Behandlungsstandes vom Oktober 1982

Okt'82 Beginn	Lumbal	Thorako- lumbal	DK th/lb Typ 1	DK th/lb Typ 2	Beginn n
Lumbal	18	0	2	0	20
Thorako- lumbal	0	4	1	0	5
DK Typ 1	0	0	7	2	9
DK Typ 2	0	0	0	7	7
Okt'82 n	18	4	10	9	41

Insgesamt hatten sich während der Behandlung 3 einbogige Skoliosen zu Doppelkurven vom Typ 1 und 2 Doppelkurven vom Typ 1 zu Doppelkurven vom Typ 2 entwickelt. Als typische Beispiele können die Patienten Nr.8 und Nr.25 betrachtet werden (s. Anhang Tab. I). Eine Korrektur einer bereits bestehenden, strukturellen, thorakalen Krümmung konnte in keinem Fall beobachtet werden.

Es stellt sich die Frage, ob diese Veränderungen durch die Behandlung im Boston-Korsett beeinflußt wurden. Die initiale Korrektur im Korsett der strukturellen, doppelbogigen Skoliosen ermöglicht eine Aussage über die Beeinflussung der cranialen Krümmung durch das Boston-Korsett.

Bei der Primärkorrektur der Krümmungswinkel kam es zu einer überproportionalen Korrektur der caudalen Krümmung im Vergleich zur cranialen Krümmung. Gleichzeitig erfolgte lumbal eine derotatorische Korrektur und eine geringfügige Rotationszunahme im Thorakalbereich. Dadurch wurde die thorakale Krümmung im Behandlungsverlauf stärker strukturell fixiert.

Während einer jahrelangen Behandlung kann sich unter dem wachstumslenkenden Einfluß des Boston-Korsetts ein sich gegenseitig stabilisierendes, statisch kompensiertes Funktionssystem zweier struktureller Krümmungen entwickeln.

F Diskussion

Aufgabe dieser Arbeit war es, den vorläufigen Stand der Behandlungsergebnisse mit dem Boston-Korsett festzustellen. Diese ersten Ergebnisse müssen an den langjährigen und umfangreichen Erfahrungen mit dem Milwaukee-Korsett gemessen werden. Im Vergleich mit den neueren Korsett-Systemen gilt es, den Stellenwert des Boston-Korsetts in der heutigen Skoliotherapie zu bestimmen.

Ziel der wachstumslenkenden Korsett-Therapie ist es, durch Sofortkorrektur des nicht fixierten Skolioseanteils und Auflösung des strukturellen Fixationswiderstandes die konkavseitigen Wachstumszonen zu entlasten und durch kompensatorisches Wachstum die Skoliose auszugleichen. In welchem Maße das gelingt, ist entscheidend von der Korrektur der Skoliose im Korsett abhängig.

In dieser Untersuchung konnte bei 41 idiopathischen Skoliosen eine durchschnittliche Primärkorrektur der caudalen Krümmungswinkel von 51,6% erreicht werden. Die initiale Korrektur im Boston-Korsett betrug bei den Thorakolumbalskoliosen durchschnittlich 74%, bei den Lumbalskoliosen 54% und bei den lumbalen Krümmungen der Doppelkurven 43%. Die thorakalen Krümmungswinkel der Doppelkurven blieben mit einer Primärkorrektur von durchschnittlich 36% beim Typ 1 und 15% beim Typ 2 überproportional hinter der Aufrichtung der caudalen Krümmungswinkel mit durchschnittlich 50% beim Typ 1 und 35% beim Typ 2 zurück.

Diese Ergebnisse entsprechen weitgehend den in der Literatur angegebenen Primärkorrekturen mit dem Bostonkorsett. So berichten WATTS, HALL und STANISH (1977) von einer durchschnittlichen Primärkorrektur von 54%, EDELMANN (1980) von 52%, AARO (1980) von 54% und COENEN (1982) von 48%.

In WATTS Untersuchung an 98 Patienten mit idiopathischen Skoliosen erzielten die Thorakolumbalskoliosen mit einer Primärkorrektur von durchschnittlich 64% ebenfalls das beste Resultat und die Lumbalskoliosen mit durchschnittlich 54% die gleiche Primärkorrektur. Die lumbalen Krümmungen der Doppelkurven wurden mit einer Primärkorrektur von durchschnittlich 49% im Vergleich zu dieser Untersuchung mit 43% stärker aufgerichtet.

EDELMANN (1980) fand keinen Unterschied in der Primärkorrektur der cauda-

len Krümmungen bei einbogigen und doppelbogigen Skoliosen.

Im Vergleich mit anderen Korsett-Systemen erzielte das Boston-Brace-System im Lumbalbereich höhere Primärkorrekturen.

Die prozentuale Primärkorrektur mit dem Milwaukee-Korsett bei einer Scheitelwirbelhöhe bis Th10 gibt NORDWALL (1973) mit 32% und CARR, MOE, WINTER, LONSTEIN (1980) mit ungefähr 38% an.

MATTHIASS (1979) berichtet von einer Primärkorrektur mit dem Chêneau-Korsett von durchschnittlich 41,7% bei 32 idiopathischen Skoliosen mit Scheitelwirbeln bis Th10. Bei den thorakolumbalen Krümmungen lag die Primärkorrektur bei durchschnittlich 50,4% und bei den lumbalen Krümmungen bei 33,9%.

Bei 3 Patienten, die vorher mit dem Lyoner-Korsett behandelt wurden, konnte im direkten Vergleich im Boston-Korsett eine höhere Aufrichtung des lumbalen Krümmungswinkels erreicht werden.

Es bestand in dieser Untersuchung keine signifikante Beziehung zwischen der Primärkorrektur des Krümmungswinkels und dem Krümmungswinkel, Alter, Risserstadium und der Krümmungsausdehnung bei Behandlungsbeginn. AARO (1980) kam bei der Untersuchung von 33 idiopathischen Skoliosen, die mit dem Boston-Korsett versorgt worden waren, zu dem gleichen Ergebnis.

Entscheidend für die Primärkorrektur des Krümmungswinkels und den Korrekturverlauf sind die Flexibilität der Skoliose und die Größe der durch das Korsett auf die Skoliose übertragenen Korrekturkräfte. Im Behandlungsverlauf ist die optimale Zusammenarbeit von Orthopädie-Techniker und behandelndem Arzt ausschlaggebend, um das Korsett ständig dem wachsenden Patienten und der sich ändernden Ausgangssituation anzupassen. Um die Korrektur der Skoliose im Korsett besser zu überprüfen, werden am Oskar-Helene-Heim jetzt die Röntgenverlaufskontrollen der Patienten im Korsett durchgeführt. Besonders in den ersten 6 - 12 Monaten kommt es durch Auflösung des muskulären und ligamentären Fixationswiderstandes zu einer weiteren Aufrichtung der Skoliose (NORDWALL 1973, MATTHIASS 1979, CARR et.al.1980). Ein Nachstellen des Korsetts durch zusätzliche Auflagerung der Druckpelotten ist zu dieser Zeit fast immer notwendig.

Zum Untersuchungszeitpunkt hatten 20 Patienten die Korsettbehandlung beendet. Bei den caudalen Krümmungswinkeln konnte eine signifikante, durch-

schnittliche Korrektur von 13,8% ($\cong 4,7^\circ$ n.Cobb) erreicht werden. Nicht signifikant war die durchschnittliche Aufrichtung der thorakalen Krümmungswinkel um 2,7% ($\cong 0,9^\circ$ n.Cobb). Die durchschnittliche Korrektur der einbogigen Skoliosen mit 20,4% ($\cong 6,7^\circ$ n.Cobb) war signifikant besser als die der lumbalen Krümmungswinkel der doppelbogigen Skoliosen mit 6% ($\cong 2,1^\circ$ n.Cobb). Das mit Abstand beste Korrekturergebnis erzielten die 9 Lumbalskoliosen mit einer durchschnittlichen Korrektur von 23 % ($\cong 7,6^\circ$ n.Cobb). Die individuellen Korrekturergebnisse wiesen eine große Variationsbreite auch innerhalb gleicher Skoliosetypen auf. So variierte die Aufrichtung bei Behandlungsende innerhalb der Lumbalskoliosen zwischen 0% und 60% ($\cong 18^\circ$ n.Cobb).

Eine weitere detaillierte Aufschlüsselung der Korrekturergebnisse erscheint wegen der geringen Patientenzahl und der Vielzahl der Einflußgrößen nicht sinnvoll.

Um die Effektivität der Behandlung abzuschätzen, müßte eigentlich jedes einzelne Korrekturergebnis einem fiktiven Wert des unbehandelten Krankungsverlaufs gegenübergestellt werden.

Vergleichbare Ergebnisse für das Boston- und das Chêneau-Korsett stehen noch nicht zur Verfügung. Ein Vergleich mit dem Milwaukee-Korsett ist durch die unterschiedliche Indikationsstellung erschwert.

NORDWALL (1973) erzielte mit dem Milwaukee-Korsett bei 29 idiopathischen Skoliosen mit Scheitelwirbeln bis Th10 eine durchschnittliche Korrektur von 23% ($\cong 7,6^\circ$ n.Cobb) bei Behandlungsende. Die durchschnittliche Aufrichtung betrug bei den 24 thorakolumbalen Krümmungen 20,6% ($\cong 7^\circ$ n.Cobb) und bei den 5 lumbalen Krümmungen 36,6% ($\cong 10,9^\circ$ n.Cobb). Durchschnittlich 1 Jahr nach Behandlungsende war es zu einem Korrekturverlust von durchschnittlich 12,8% ($\cong 3,2^\circ$ n.Cobb) gekommen.

CARR, MOE, WINTER und LONSTEIN (1980) berichten von einer durchschnittlichen Korrektur des Krümmungswinkels von 26,4% ($\cong 9^\circ$ n.Cobb) bei Behandlungsende bei 28 idiopathischen Skoliosen mit Scheitelwirbeln bis Th10. Durchschnittlich 8 Jahre nach Behandlungsende war es zu einem Korrekturverlust um durchschnittlich 21,5% ($\cong 5,4^\circ$ n.Cobb) gekommen.

In diesen beiden Studien wurden bei Behandlungsende mit 23% bzw. 26,4% bessere Korrekturergebnisse erzielt als im Boston-Korsett mit 13,8%, obwohl

die Primärkorrekturen im Milwaukee-Korsett mit 32% bzw. ungefähr 38% wesentlich niedriger lagen als die durchschnittliche Primärkorrektur von 45% im Boston-Korsett.

Diese Diskrepanz läßt sich durch den späten Behandlungsbeginn der Patienten erklären. Bei einem Durchschnittsalter von 15 Jahren und einem durchschnittlichen Risserstadium von 3,2 bei Behandlungsbeginn war das noch zu erwartende Wachstumspotential gering. Die Behandlungsvoraussetzungen für eine wachstumslenkende Korsettherapie waren somit schlecht. Entsprechend kurz war die Behandlungszeit von durchschnittlich 2 Jahren, sodaß gerade diese Patienten das Behandlungsende zum Untersuchungszeitpunkt schon erreicht hatten. Es ist anzunehmen, daß bei einem frühzeitigeren Behandlungsbeginn bessere Endergebnisse zu erzielen gewesen wären. Zusätzlich konnte mit zunehmender Erfahrung in der technischen Korsettanfertigung die Qualität der Korsettversorgung erhöht werden. Als ein Indiz dafür ist die wesentlich höhere Primärkorrektur von durchschnittlich 66% der 15 Patienten zu bewerten, deren Behandlungsbeginn später erfolgte und die den Entwöhnungsbeginn noch nicht erreicht hatten.

Bei 15 Patienten konnte im Durchschnitt 13 Monate nach Behandlungsende eine Abschlußuntersuchung durchgeführt werden. Eine wichtige Frage der Abschlußuntersuchung war, ob eine weitere Progredienz der Skoliose erfolgt war. Der Korrekturverlust war bei den caudalen Krümmungen mit 4% ($\cong 1,1^\circ$ n.Cobb) relativ gering. Ein deutlicher Korrekturverlust erfolgte mit 9,5% ($\cong 2,9^\circ$ n.Cobb) bei den cranialen Krümmungen und mit 15,3% ($\cong 4,5^\circ$ n.Cobb) bei den 2 Thorakolumbalskoliosen. Mit Sicherheit ist der durchschnittliche Zeitraum von 13 Monaten und die Patientenzahl zu gering, um eine abschließende Aussage zu treffen. Diese Aussage wird sich auch nicht allgemein beantworten lassen, wie das weite Spektrum der individuellen Korrekturverluste zwischen einer weiteren Aufrichtung des Krümmungswinkels von 4° n.Cobb und einem Korrekturverlust von 7° n.Cobb zeigt.

Durch die dreiphasige Entwöhnungsperiode soll das Progredienverhalten der Skoliose abgeschätzt werden. Voraussetzung für die Einschränkung des Korrekturverlustes sind die Einhaltung der Kriterien für den Entwöhnungsbeginn und eine konsequente Verlängerung der Entwöhnungsphase bei Krümmungswinkelzunahme über 5° n. Cobb. Ob allein das weitere Tragen des Korsetts während

der Nacht einen größeren Korrekturverlust verhindern kann, muß durch zusätzliche Untersuchungen geklärt werden.

MELLENBAMP et al. (1977) und CARR et al. (1980) verfügten über Langzeitverlaufsbeobachtungen bis zu 15 Jahren nach Beendigung einer Milwaukee-Korsettbehandlung. Beide Studien haben gezeigt, daß bei ca. Zweidrittel der Patienten nach einem initialen Korrekturverlust von 3-5° n.Cobb die Skoliose um ca. 1-2° n.Cobb pro Jahr nach Behandlungsende zunahm, bis die Wirbelsäule sich ungefähr Mitte oder Ende des 2. Lebensjahrzehnts stabilisierte. Flexible Skoliosen stabilisierten später und hatten einen höheren Korrekturverlust. Nur bei einem Drittel blieb der Korrekturverlust unter 5° n.Cobb.

Besonders bei Patienten mit spätem Behandlungsbeginn scheint es, daß die Skoliose während der Korsetttherapie in der Korrekturstellung durch das Weichteilgewebe stabilisiert wird. Nach Behandlungsende wird diese vorwiegend muskuläre und ligamentäre Stabilisierung durch die biomechanischen Kräfte, die auf die keilförmig deformierten Wirbelkörper und Zwischenwirbelsäulen wirken, wieder aufgelöst und die Skoliose erreicht annähernd wieder ihren Ausgangsbefund.

Wegen der großen Variationsbreite der individuellen Behandlungsergebnisse und des Alters der Wirbelsäulenstabilisierung läßt sich das Spätresultat bei Behandlungsbeginn schwer abschätzen (MELLENBAMP et al., 1977).

In dieser Untersuchung hatten der Skliosetyp, der Ausgangswert und die Primärkorrektur des Krümmungswinkels eine signifikante, prognostische Bedeutung auf das Therapieergebnis bei Behandlungsende. Für den Rotationsindex bei Behandlungsbeginn bestand ein prognostischer Einfluß auf dem 10%-Signifikanzniveau.

Die Patientengruppe mit einer Primärkorrektur von mindestens 50% erzielte bei Behandlungsende mit 23,9% eine signifikant bessere Aufrichtung des Krümmungswinkels als die Vergleichsgruppe mit einer Primärkorrektur unter 50% und einer Korrektur von 7,7% bei Behandlungsende.

Entscheidend für die Primärkorrektur ist der Korsettsitz und die Flexibilität der Skoliose. Die Flexibilität der Skoliose kann vorher durch die Ben-

ding-Aufnahme zur Konvexseite abgeschätzt werden. Für eine erfolgversprechende Korsettherapie sollte die Skoliose in der Bending-Aufnahme bis auf mindestens 10° n.Cobb aufgerichtet werden können (HEINE, 1981).

Bei dem untersuchten Patientenkollektiv fand sich kein signifikanter Einfluß des Alters, Risserstadiums und der Krümmungsausdehnung bei Behandlungsbeginn auf das Korrekturergebnis bei Behandlungsende. Bei einem Durchschnittsalter von 15 Jahren und einem durchschnittlichen Risserstadium von 3,2 bei Behandlungsbeginn ist jedoch anzunehmen, daß das noch ausstehende Wachstumspotential zu gering war, um eine Aussage über diesen Zusammenhang zu erlauben.

Da sowohl die wachstumslenkende Korsettherapie wie auch die skolioseeigene Progredienz um das noch ausstehende Wachstumspotential konkurrieren, hängt das resultierende Endergebnis von der anteilmäßigen Größe dieser beiden Komponenten ab. Die absolute Korrektur durch das Korsett im Vergleich mit dem fiktiven, unbehandelten Behandlungsverlauf bleibt jedoch stets eine wachstumsabhängige Größe. Die Früherfassung einer Skoliose ist deshalb eine entscheidende Voraussetzung für eine erfolgreiche Korsettherapie.

In der Studie von NORDWALL (1973) hatten die Krümmungslokalisation und die Primärkorrektur des Krümmungswinkels eine signifikante, prognostische Bedeutung für das Endresultat. Von untergeordneter, nicht signifikanter Bedeutung waren der Ausgangswert des Krümmungswinkels, die Wirbelrotation und die Keilverformung des Scheitelwirbelkörpers und des Zwischenwirbels bei Behandlungsbeginn. Das chronologische Alter und das Risserstadium bei Behandlungsbeginn hatten keinen Einfluß auf das Endresultat.

In der Studie von CARR et al. (1980) benötigten mehr als ein Drittel der Patienten, die mit einem Milwaukee-Korsett versorgt worden waren und einen Krümmungswinkel über 40° n.Cobb bei Behandlungsbeginn aufwiesen, eine operative Behandlung. Die Primärkorrektur des Krümmungswinkels und das Korrekturverhalten während des 1. Behandlungsjahres ermöglichten die sichersten Voraussagen auf das Endresultat. Bei einer Aufrichtung des Krümmungswinkels im Korsett von mindestens 50% war ein gutes Endresultat zu erwarten. Das chronologische Alter, das Risserstadium, der Status der Wirbelkörperapophysen und der Skoliosetyp hatten keinen Einfluß auf das Endergebnis.

Zusammenfassend sind folgende Voraussetzungen bei Behandlungsbeginn für erfolgversprechende Korsetttherapie zu fordern:

- 1.) Ein Skeletalter des Patienten, das noch genügend Wachstumspotential für einen kompensatorischen Wachstumsausgleich der Skoliose erwarten läßt
- 2.) Ein Ausgangskrümmungswinkel unter 40° n.Cobb
- 3.) Eine ausreichende Flexibilität der Skoliose, die sich auf der Bending-Aufnahme bis auf mindestens 10° n.Cobb aufrichten läßt
- 4.) Eine initiale Korrektur des Krümmungswinkels von mindestens 50% des Ausgangswertes

In Grenzfällen entscheidet das Korrekturverhalten der Skoliose im Korsett während des ersten Behandlungsjahres. In dieser Zeit sollte der Krümmungswinkel im Korsett um wenigstens 50% des Ausgangswertes aufgerichtet werden.

Das Boston-Korsett ist als Derotationsorthese konstruiert worden. Initial im Korsett ließen sich bei den caudalen Krümmungen der 41 idiopathischen Skiosen 12 mal eine Derotation um je ein Rotationsstadium nach NASH und MOE und eine signifikante Abnahme des Rotationsindex um durchschnittlich $3,1^\circ$ feststellen. Eine anhaltende, signifikante Derotation ohne Korsett ließ sich während des Behandlungsverlauf nicht erkennen.

AARO (1980) stellte computertomographisch bei 33 Patienten mit idiopathischen Skiosen eine derotatorische Korrektur im Boston-Korsett von durchschnittlich $4,5^\circ$ ($\approx 38\%$) fest. Die derotatorische Korrektur war unabhängig vom Ausgangswinkel und der Primärkorrektur des Krümmungswinkels und der Krümmungsausdehnung. Der derotierende Effekt des Boston-Korsetts nahm signifikant mit der Höhe des Rippenbuckels ab.

AARO vermutete, daß durch die longitudinale Achsenderotation es zu einer weiteren Aufrichtung des Krümmungswinkels im Korsett kommt. Im Vergleich der computertomographisch ermittelten Scheitelwirbelrotation mit dem Rotationsindex modifiziert nach NORDWALL ergaben sich signifikante Unterschiede. Für die geringe Rotationsänderung durch das Boston-Korsett war nach seiner Meinung der Rotationsindex zu approximativ.

Wegen der individuellen Variation der Wirbelmorphologie erlaubt der Rotationsindex vorwiegend qualitative Aussagen und ermöglicht im Vergleich zur Stadieneinteilung nach NASH und MOE detailliertere Aussagen über die Rota-

tionsänderung des Scheitelwirbels bei jedem einzelnen Patienten.

EDELMANN (1979) berichtete von einer Derotation im Boston-Korsett von 1-2 Rotationsstadien nach NASH und MOE, ohne allerdings Häufigkeitsangaben zu machen.

Bei der Behandlung mit der Derotationsorthese nach CHENEAU von 32 Patienten mit idiopathischen Skoliosen berichtete MATTHIAS (1979) nur in einem Fall von einer Derotation um ein Rotationsstadium nach NASH und MOE.

NORDWALL (1973) bestimmte die Scheitelwirbelrotation mit Hilfe des von ihm modifizierten Rotationsindex. Er fand bei Ende der Behandlung mit dem Milwaukee-Korsett eine signifikante Derotation um 2° . Bei der Abschlußuntersuchung ein Jahr später war die Derotation nicht mehr signifikant.

Die Frage, in welchem Maß die Derotationsorthesen eine anhaltende, derotatorische Korrektur ermöglichen, muß durch genauere Untersuchungsmethoden in weiteren Studien geklärt werden.

Während des Behandlungsverlaufs im Boston-Korsett war eine Zunahme des Krümmungswinkels und eine strukturelle Fixierung der cranialen Krümmung bei gleichzeitiger Aufrichtung der caudalen Krümmung zu beobachten. Parallel zur Krümmungswinkelentwicklung zeigte der Rotationsindex eine tendenzielle Rotationszunahme im Thorakalbereich an. Gleichzeitig nahm die durchschnittliche Rippenbuckelhöhe kontinuierlich zu, während der Beckentiefstand, der Lendenwulst und der Thoraxüberhang signifikant im Vergleich zum Ausgangsbefund abnahmen.

Während einer jahrelangen Behandlung konnte sich unter dem wachstumslenkenden Einfluß des Boston-Korsetts ein sich gegenseitig stabilisierendes, statisch kompensiertes Funktionssystem zweier struktureller Krümmungen entwickeln. Diese unterschiedliche Beeinflussung der caudalen und der cranialen Krümmung durch das Boston-Korsett scheint teilweise konstruktionsbedingt. Im Gegensatz zum Chêneau-Korsett besitzt das Boston-Korsett nur eine Stützebene in Beckenhöhe. Auf dieser Basis bauen sich integrale Dreipunktesysteme von Druckpelotten auf, die die Krümmung korrigieren und die Gegenrotation des Thorax verhindern sollen. Je weiter cranial die Druckpelotten von der Basis liegen, desto schlechter werden die Abstützmöglichkeiten der Druckpelotten. Dadurch vermindert sich die Druckübertragung auf die Skoliose.

Die sehr gute Aufrichtung der caudalen Krümmungen ist durch die verbesserte Übertragung der Korrekturkräfte auf die Querfortsätze der stark entlordosierte Lendenwirbelsäule zurückzuführen.

Die Zunahme der cranialen, kompensatorischen oder strukturellen Krümmung wird auch im Behandlungsverlauf mit dem Milwaukee-Korsett beobachtet (NORDWALL 1973, BLOUNT, MOE 1973, MELLENCAMP et al. 1977, GOETZE et al. 1979). Besonders die amerikanischen Autoren nahmen die Ausbildung einer strukturellen Gegenkrümmung bei gleichzeitiger Aufrichtung der caudalen, strukturellen Krümmung billigend in Kauf.

Diese kompensierten, doppelbogigen, strukturellen Krümmungen sind ein statisch und kosmetisch gutes Korrekturergebnis. Die Korrektur des Krümmungswinkels ist als Maß des Korrekturverlaufs besonders geeignet, stellt jedoch nur eines von mehreren Therapiezielen dar.

Ein weiterer Fortschritt der heutigen Skolioseetherapie ist mit der Früherfassung der Skoliosepatienten durch Screening-Programme zu erwarten. Entscheidend für eine erfolversprechende Korsetttherapie ist das Skeletalter des Patienten bei Behandlungsbeginn, da die absolute Korrektur durch das Korsett eine wachstumsabhängige Größe ist.

In den Studien von TORREL et al. (1981) und LONSTEIN et al. (1982) haben sich die Screening-Programme als erfolgreich erwiesen. Die Früherfassung der Skoliosepatienten und eine frühzeitige Korsettbehandlung führten zu einer stetigen Abnahme der operationsbedürftigen, idiopathischen, adolescenten Skiosen. Durch die operative Frühbehandlung konnten die Behandlungsergebnisse auch dieser Patientengruppe verbessert werden. Seit der Einführung der Screening-Programme stieg die Anzahl der jährlichen Korsettversorgungen um das 2-5 fache an.

Durch die Früherfassung der Skoliosepatienten werden erst die Behandlungsvoraussetzungen für eine effektive Korsetttherapie geschaffen. Die Korsetttherapie erhält dadurch einen neuen und bedeutenden Stellenwert in der heutigen Skolioseetherapie.

Das Boston-Brace-System hat sich in dieser Untersuchung als wirkungsvolle Behandlungsmethode bei mittelschweren Skiosen mit Scheitelwirbeln bis Th10

bewährt. Die Vorteile des Boston-Korsetts liegen besonders in seiner technisch einfachen Anfertigung und dem kosmetisch unauffälligen Erscheinungsbild. Dadurch wird die psychische Belastung des Patienten wesentlich vermindert und die kooperative Einstellung des Patienten zur Korsettbehandlung erhöht. Ein Nachteil entsteht durch die dorsal liegenden Korsettschnallen. Zum korrekten Anlegen des Korsetts wird deshalb meist eine Hilfsperson benötigt. Besonders die guten Therapieresultate der Lumbalskoliosen rechtfertigen den Einsatz des Boston-Korsetts in diesem Indikationsbereich.

G Zusammenfassung

Untersucht wurde der Behandlungsverlauf bis zum Stand vom Oktober 1982 von 45 mit dem Boston-Korsett versorgten Skoliosepatienten. Retrospektiv ausgewertet wurden die Röntgenverlaufskontrollen, Krankengeschichten und Skolioseverlaufsbögen.

40 der Patienten waren Mädchen. Die 41 idiopathischen Skoliosen unterteilten sich in 5 Thorakolumbalskoliosen, 20 Lumbalskoliosen und 16 doppelbogige vorwiegend thorakal-lumbal Skoliosen. Das Durchschnittsalter bei Behandlungsbeginn betrug 13+10 Jahre bei einem durchschnittlichen Risserstadium 2.

Bei den 41 idiopathischen Skoliosen konnte eine Primärkorrektur der caudalen Krümmungswinkel von durchschnittlich 51,6% ($\cong 15,7^\circ$ n.Cobb) erzielt werden. Die durchschnittliche Primärkorrektur der Thorakolumbalskoliosen betrug 74% ($\cong 23^\circ$ n.Cobb) und der Lumbalskoliosen 53,8% ($\cong 14,8^\circ$ n.Cobb). Die thorakalen Krümmungen der Doppelkurven blieben mit einer durchschnittlichen Primärkorrektur von 24,3% ($\cong 7^\circ$ n.Cobb) deutlich hinter der Korrektur der lumbalen Krümmungen mit 43% ($\cong 14,5^\circ$ n.Cobb) zurück.

Es bestand keine signifikante Beziehung zwischen der Primärkorrektur des Krümmungswinkels und dem Alter, dem Risserstadium, der Krümmungsausdehnung, und dem Krümmungswinkel bei Behandlungsbeginn.

20 idiopathische Skoliosen konnten bis zum Behandlungsende verfolgt werden. Die caudalen Krümmungswinkel wurden mit einer durchschnittlichen Korrektur von 13,8% ($\cong 4,7^\circ$ n.Cobb) signifikant aufgerichtet. Nicht signifikant war die Aufrichtung der 9 thorakalen Krümmungswinkel mit durchschnittlich 2,7% ($\cong 0,9^\circ$ n.Cobb).

Die einbogigen Skoliosen ließen sich signifikant besser aufrichten als die lumbalen Krümmungswinkel der Doppelkurven. Das beste Korrekturergebnis erzielten die 9 Lumbalskoliosen mit einer durchschnittlichen Korrektur von 23% ($\cong 7,6^\circ$ n.Cobb). Die individuellen Korrekturergebnisse wiesen auch innerhalb des gleichen Skoliosetyps eine große Variationsbreite auf, die caudal zwischen -21,4% ($\cong -6^\circ$ n.Cobb) und 60% ($\cong 18^\circ$ n.Cobb) lagen.

Der Korrekturverlust des Krümmungswinkels, durchschnittlich 13 Monate nach Behandlungsende, bei 15 idiopathischen Skoliosen betrug caudal durchschnittlich 4% ($\approx 1,1^\circ$ n.Cobb) und cranial 9,5% ($\approx 2,9^\circ$ n.Cobb) bei einer Variationsbreite von -4° bis 7° n.Cobb.

Prognostisch bedeutende Einflußgrößen für das Korrekturergebnis des Krümmungswinkels bei Behandlungsende waren der Skoliosetyp, der Ausgangswert und die Primärkorrektur des Krümmungswinkels. Von untergeordneter, prognostischer Bedeutung war der Rotationsindex bei Behandlungsbeginn.

Kein signifikanter Einfluß auf das Korrekturergebnis des Krümmungswinkels bei Behandlungsende ließ sich für das Alter, das Risserstadium und die Krümmungsausdehnung bei Behandlungsbeginn nachweisen.

Das Boston-Korsett ist als Derotationsorthese konstruiert worden. Initial im Korsett ließ sich bei den caudalen Krümmungen der 41 idiopathischen Skoliosen 12 mal eine Derotation um je 1 Rotationsstadium nach NASH und MOE und eine signifikante Abnahme des Rotationsindex um durchschnittlich $3,1^\circ$ feststellen. Eine anhaltende Derotation ohne Korsett war während des Behandlungsverlaufs nicht zu erkennen.

Während des Behandlungsverlaufs war klinisch und röntgenologisch eine Zunahme des Krümmungswinkels und eine strukturelle Fixierung der cranialen Krümmung bei gleichzeitiger Aufrichtung der caudalen Krümmung zu beobachten.

Für eine erfolgversprechende Behandlung mit dem Boston-Korsett ist eine Primärkorrektur des Krümmungswinkels von mindestens 50% des Ausgangswertes zu fordern.

Korrektur der Krümmungswinkel (n.C088)

Tabelle I:

Fall- Stad.	Nr.	Skoliose- Klassifizierung	Ausgangs- befund		Primärkorrektur		Entwöhnungsbeginn		Behandlungsende		Abschlus- abs.	Korr. %	Abschlus- resultat	Korr. %	
			abs.	Diff.	abs.	Diff.	abs.	Diff.	abs.	Diff.					
abgeschlossene Behandlung	1	Lumbal	30	8	-22	73,3	15	-15	50	12	60	10	-20	66,7	
	2	"	29	16	-13	44,8	19	-10	34,5	18	38	20	-9	31	
	3	"	32	22	-11	31,3	21	-11	34,4	29	3	5,4	25	21,9	
	4	"	20	4	-16	80	15	-5	25	15	5	17	-3	15	
	5	"	35	21	-14	40	22	-13	37,1	25	10	28,6	30	5	
	n=5	Durchschnitt (p)	29,2	14,2	-15	51,4	18,4	-10,8	37,1	19,8	-9,4	32,2	20,4	-8,8	30,1
	6	Thorakolumbal	30	10	-20	66,7	29	-3	3,3	26	4	13,3	30	0	
	7	"	35	6	-29	82,9	30	-5	14,3	33	0	5,7	38	+3	
	n=2	p	32,5	8	-24,5	75,4	29,5	-3	9,2	29,5	-3	9,2	34	+1,5	
	8	Doppelkurve	21	38	11	-73	10	-25	48	26	32	15	-6	-24	16
	9	th/1b	19	26	6	-18	-13	-8	68	31	14	28	5	0	19
	10	Typ 1	22	27	13	-21	-9	-6	41	22	18	28	-4	0	26
	n=3	p	20	30	10	-17	-10	-17	51,7	33,7	-1,4	-2,6	18	7,4	21
	11	DKth/1b	30	20	-10	66,7	19	-3	16,7	15	8,6	21,3	27,2	-6	-2,9
	12	"	30	25	-5	83,3	30	23	0	7,3	30	7,3	0	23,3	31
13	"	31	34	21	-18	-10	-16	32	47	25	26	-6	-8	19	
14	"	52	58	47	-15	-13	9,6	22,4	53	53	+1	-5	1,9	8,6	
15	"	38	32	-6	85	-10	22,4	31,3	37	30	-1	-2	2,6	6,3	
n=5	p	35	28	-7	44,4	-4	14,4	14,3	3,6	33,2	0	+6	0	-21,4	
abgeschlossene Behandlung	15	p caudale Kr.	37,2	26,4	-10,8	65,5	-11,6	11,7	12,6	35	31	-4,6	5,9	12,6	35,3
	16	Lumbal	28	17	-11	75	26	-2	6,1	18,9	21,1	-52	16,1	16,1	-4
	17	"	28	18	-10	46	41	-7	25	18	10	35,7	7	0	
	18	"	43	24	-19	44,2	42	-1	2,3	40	0	0	0	0	
	19	"	40	28	-12	30	35	-5	12,5	40	0	0	0	0	
	20	DKth/1b	42	33	-9	67,5	32	-8	20	32	-8	20	4,8	-11,4	4,8
	21	caudale Kr.	42	44	-2	71,1	36,40	45	-2	1	4,8	-2,3	40	7,9	4,8
	n=20	p	34	18,7	-15,3	45	28,4	-5	5,6	16,5	29,3	-4,7	13,8	13,8	-4
	22	Lumbal	21	3	-18	85,7	14	-7	33,3	33,3	-4,7	13,8	13,8	-4	12,4
	23	"	25	8	-17	68	20	0	20	0	0	0	0	0	0
	24	Thorakolumbal	42	25	-17	40,5	30	-12	28,6	28,6	-12	28,6	28,6	-12	28,6
	25	DKth/1b	33	40	-7	33,27	30	-3	-10	-9,1725	-3	-10	-9,1725	-3	-10
	26	caudale Kr.	11	20	-9	18,2	30	+7	63,6	63,6	+7	63,6	63,6	+7	63,6
	n=26	p	11	13	-2	44,4	18	+6	16,6	16,6	+6	16,6	16,6	+6	16,6
	Entwöhnungs- beginn	1	Lumbal	30	8	-22	73,3	15	-15	50	12	60	10	-20	66,7
2		"	29	16	-13	44,8	19	-10	34,5	18	38	20	-9	31	
3		"	32	22	-11	31,3	21	-11	34,4	29	3	5,4	25	21,9	
4		"	20	4	-16	80	15	-5	25	15	5	17	-3	15	
5		"	35	21	-14	40	22	-13	37,1	25	10	28,6	30	5	
n=5		Durchschnitt (p)	29,2	14,2	-15	51,4	18,4	-10,8	37,1	19,8	-9,4	32,2	20,4	-8,8	30,1
6		Thorakolumbal	30	10	-20	66,7	29	-3	3,3	26	4	13,3	30	0	
7		"	35	6	-29	82,9	30	-5	14,3	33	0	5,7	38	+3	
n=2		p	32,5	8	-24,5	75,4	29,5	-3	9,2	29,5	-3	9,2	34	+1,5	
8		Doppelkurve	21	38	11	-73	10	-25	48	26	32	15	-6	-24	16
9		th/1b	19	26	6	-18	-13	-8	68	31	14	28	5	0	19
10		Typ 1	22	27	13	-21	-9	-6	41	22	18	28	-4	0	26
n=3		p	20	30	10	-17	-10	-17	51,7	33,7	-1,4	-2,6	18	7,4	21
11		DKth/1b	30	20	-10	66,7	19	-3	16,7	15	8,6	21,3	27,2	-6	-2,9
12		"	30	25	-5	83,3	30	23	0	7,3	30	7,3	0	23,3	31
13	"	31	34	21	-18	-10	-16	32	47	25	26	-6	-8	19	
14	"	52	58	47	-15	-13	9,6	22,4	53	53	+1	-5	1,9	8,6	
15	"	38	32	-6	85	-10	22,4	31,3	37	30	-1	-2	2,6	6,3	
n=5	p	35	28	-7	44,4	-4	14,4	14,3	3,6	33,2	0	+6	0	-21,4	
Entwöhnungs- beginn	15	p caudale Kr.	37,2	26,4	-10,8	65,5	-11,6	11,7	12,6	35	31	-4,6	5,9	12,6	35,3
	16	Lumbal	28	17	-11	75	26	-2	6,1	18,9	21,1	-52	16,1	16,1	-4
	17	"	28	18	-10	46	41	-7	25	18	10	35,7	7	0	
	18	"	43	24	-19	44,2	42	-1	2,3	40	0	0	0	0	
	19	"	40	28	-12	30	35	-5	12,5	40	0	0	0	0	
	20	DKth/1b	42	33	-9	67,5	32	-8	20	32	-8	20	4,8	-11,4	4,8
	21	caudale Kr.	42	44	-2	71,1	36,40	45	-2	1	4,8	-2,3	40	7,9	4,8
	n=20	p	34	18,7	-15,3	45	28,4	-5	5,6	16,5	29,3	-4,7	13,8	13,8	-4
	22	Lumbal	21	3	-18	85,7	14	-7	33,3	33,3	-4,7	13,8	13,8	-4	12,4
	23	"	25	8	-17	68	20	0	20	0	0	0	0	0	0
	24	Thorakolumbal	42	25	-17	40,5	30	-12	28,6	28,6	-12	28,6	28,6	-12	28,6
	25	DKth/1b	33	40	-7	33,27	30	-3	-10	-9,1725	-3	-10	-9,1725	-3	-10
	26	caudale Kr.	11	20	-9	18,2	30	+7	63,6	63,6	+7	63,6	63,6	+7	63,6
	n=26	p	11	13	-2	44,4	18	+6	16,6	16,6	+6	16,6	16,6	+6	16,6

Tabelle II: Korrektur der Scheitelwirbelrotation / Rotationsindex (Grad)

Fall-Stad.	Nr.	Skoliose-Klassifizierung	Ausgangs-befund	Primärkorrektur abs. Diff. Korr. %	Entwöhnungsbeginn abs. Diff. Korr. %	Behandlung abs. Diff. Korr. %	Abschlußresultat abs. Diff. Korr. %								
abgeschlossene Behandlung	p 1	Lumbal	14,5	9,5	-5	34,5	14,5	0	13	-1,5	10,5	10,5	-4	27,5	
	p 2	"	15	15	0	0	12	-3	15	0	15	15	0	0	
	p 3	"	32,5	26,5	-6	18,5	31	-1,5	31,5	-1	30	30	-2,5	8	
	p 4	"	13	13,5	+0,5	-4	14,5	+1,5	14,5	+1,5	14,5	14,5	+1,5	-11,5	
	p 5	"	18,5	15,5	-3	16	15,5	-3	17	-1,5	17,5	17,5	-1	5,5	
	n=5	Ø	18,7	16	-2,7	14,5	17,5	-1,2	18,2	-0,5	17,5	17,5	-1,2	6,5	
	p 6	Thorakolumbal	26,5	17	-9,5	35,5	26	-0,5	26,5	0	26,5	26,5	0	0	
	p 7	"	25,5	13	-12,5	49	25	-0,5	25,5	0	29,5	29,5	+4	-16	
	n=2	Ø	26	15	-11	42	25,5	-0,5	26	0	28	28	+2	-7,5	
	p 8	DKth/lb Typ1	23/31	17/24	-6/-7	26/23	17/33	-6/+2	17/33	-6/+2	17/33	21/31	-2/0	9/0	
	p 9	"	14/19	15/15	+1/-4	-7/21	16/15	+2/-4	16/18	+2/-1	16/19	16/19	+2/0	-14/0	
	p 10	"	19/14	19/10	0/-4	0/29	17/20	-2/+6	18/18	-1/+4	18/18	18/18	-1/+4	5 -20	
	n=3	Ø	19/21	17/16	-2/-5	10/24	17/23	-2/+2	17/23	-2/+2	17/23	18/23	-1/+2	5 -11	
	p 11	DKth/lb Typ 2	21/14	27/11	+6/-3	-29/21	23/16	+2/+2	23/16	+2/+2	32/17	32/17	+11/+3	-55 -21	
	p 12	"	10/19	14/19	+4/0	-40/0	15/19	+2/0	14/20	+4/+1	14/20	14/20	+4/+1	-40/-5	
Beh.-Ende	p 13	"	20/30	18/26	-2/-4	10/13	20/29	0/-1	23/29	+3/-1	23/29	23/29	+3/-1	-15/3	
	p 14	"	16/22	17/20	+1/-2	-6/9	17/19	+1/-3	17/19	+1/-3	17/19	15/20	-1/-2	6/9	
	p 15	"	16/9	23/9	+7/0	-44/0	22/10	+6/+1	16/17	0/+8	17/12	17/12	+1/+3	-6/-33	
	n=5	Ø	17/19	20/17	+3/-2	-18/11	19/19	+2/0	19/20	+2/+1	20/20	20/20	+3/+1	-18/-5	
	n=15	caudale Kr.	20,2	16,2	-4	20	20	-0,2	20,9	+0,7	20,6	20,6	+0,4	-2	
	p 16	Lumbal	16	10	-6	37	18	+2	15	-1	6	6	-6	6	
	p 17	"	32	24	-8	25	33	+1	34	+2	-6	-6	-6	-6	
	p 18	"	30	26	-4	13	28	-2	28	-2	7	7	-25	7	
	p 19	"	20	18	-2	10	25	+5	25	+5	-25	-25	-25	-25	
	p 20	DKth lb Typ2	21/31	23/30	+2/-1	-10/3	23/27	+2/-4	23/30	+2/-1	23/30	23/30	+2/-1	-10/3	
	n=20	Ø caudale Kr.	21,6	17,6	-4	18,5	21,6	0	22,3	+0,7	-3,2	-3,2	-3,2	-3,2	
	Entwöhnung	p 21	Lumbal	15	12	-3	20	14	-1	15	-1	7	7	-1	7
		p 22	"	18	19	+1	-6	17	-1	6	-1	6	6	-1	6
		p 23	"	19	13	-6	32	16	-3	16	-3	16	16	-3	16
		p 24	Thorakolumbal	34	27	-7	21	32	-2	21	-2	6	6	-2	6
p 25		DKth/ lb Typ1	16/16	14/14	-2/-2	13/13	20/15	+4/-1	25/6	-25/6	6	6	-25/6	6	
p 26		"	10/19	18/17	+8/-2	-80/11	22/20	-12/+1	120/5	-120/5	5	5	-120/5	5	
	n=26	Ø caudale Kr.	21,3	17,5	-3,8	17,8	20,9	-0,4	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	

Tabelle III: Korrektur der Scheitelwirbelrotation (n. NASH und MOE)

Fall-Nr. Stadt.	Skoliose- Klassifizierung	Scheitel- wirbel	Ausgangs- befund		Primärkorrektur Diff.		Entwöhnungsbeg. Diff.		Beh. ende Diff.		Abschlusses. Diff.	
			abs.	abs.	abs.	abs.	abs.	abs.	abs.	abs.	abs.	abs.
abgeschlossene Behandlung	♀ 1 Lumbal	L1	1	0	-1	1	0	0	1	0	1	0
	♀ 2 "	L1	2	2	0	2	0	0	2	0	2	0
	♀ 3 "	L1	2	2	0	2	0	0	2	0	2	0
	♀ 4 "	L1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0
	♀ 5 "	L1	2	2	0	2	0	0	2	0	2	0
	n=5 Ø "		1,6	1,4	-0,2	1,6	0	0	1,6	0	1,6	0
	♀ 6 Thorakolumbal	D12	2	2	0	2	0	0	2	0	2	0
	♀ 7 "	D12	2	1	-1	2	0	0	2	0	2	0
	n=2 Ø "		2	1,5	-0,5	2	0	0	2	0	2	0
	♀ 8 DKth/lb Typ 1	D9/L2	1 / 3	1 / 2	0 / -1	1 / 3	0	0	1 / 3	0	1 / 3	0
	♀ 9 "	D9/L1	1 / 2	1 / 2	0 / 0	1 / 2	1 / 2	0	1 / 2	0	1 / 2	0
	♀ 10 "	D9/L1	1 / 1	1 / 0	0 / -1	1 / 1	1 / 1	0	1 / 1	0	1 / 1	0
	n=3 Ø "		1 / 2	1 / 1,3	0 / -0,7	1 / 2	0	0	1 / 2	0	1 / 2	0
	♀ 11 DKth/lb Typ 2	D9/L2	2 / 1	2 / 0	0 / -1	2 / 1	0	0	2 / 1	0	2 / 1	0
	♀ 12 "	D8/L1	1 / 2	1 / 2	0 / 0	1 / 2	1 / 2	0	1 / 2	0	1 / 2	0
Beh.-Ende	♀ 13 "	D9/L2	2 / 2	2 / 2	0 / 0	2 / 2	0	0	2 / 2	0	2 / 2	0
	♀ 14 "	D9/L2	1 / 2	1 / 2	0 / 0	1 / 2	0	0	1 / 2	0	1 / 2	0
	♀ 15 "	D8/L2	2 / 1	2 / 1	0 / 0	2 / 1	0	0	2 / 1	0	2 / 1	0
	n=5 Ø "		1,6/1,6	1,6/1,4	0 / -0,2	1,6/1,6	0	0	1,6/1,6	0	1,6/1,6	0
	n=15 Ø caudale Kr.		1,7	1,4	-0,3	1,7	0	0	1,7	0	1,7	0
	♀ 16 Lumbal	L2	1	0	-1	1	0	0	1	0	1	0
	♀ 17 "	L1	2	2	0	2	0	0	2	0	2	0
	♀ 18 "	L1	2	2	0	2	0	0	2	0	2	0
	♀ 19 "	L1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0
	♀ 20 DKth/lb Typ 2	D7/L1	2 / 2	2 / 2	0 / 0	2 / 2	0	0	2 / 2	0	2 / 2	0
	n=20 Ø caudale Kr.		1,7	1,4	-0,3	1,7	+0,05	+0,05	1,7	+0,05	1,7	+0,05
	♀ 21 Lumbal	L2	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0
	♀ 22 "	L1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0
	♀ 23 "	L2	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0
	♀ 24 Thorakolumbal	D12	2	2	0	2	0	0	2	0	2	0
	♀ 25 DKth/lb Typ 1	D9/L2	1 / 1	1 / 1	0 / 0	1 / 2	0 / +1	0	1 / 2	0 / +1	1 / 2	0 / +1
	♀ 26 "	D8/L1	0 / 2	1 / 1	+1 / -1	1 / 2	+1 / 0	0	1 / 2	+1 / 0	1 / 2	+1 / 0
	n=26 Ø caudale Kr.		1,6	1,35	-0,25	1,7	+0,1	0	1,7	+0,1	1,7	+0,1

Tabelle IV.

Korrektur des Krümmungswinkels
(n. COBB)Korrektur der Scheitelwirbelrotation
Rotationsindex (Grad)

(n. NASH und MOE)

Nr.	Skoliose- klassifizierung	Ausgangs- befund	Primärkorrektur abs.	Diff.	Korr. %	Ausgangs- befund	Primärkorrektur abs.	Diff.	Korr. %	Ausgangs- befund	Primärkorrektur abs.	Diff.	Scheitel- wirbel	Ätiologie	Alter b. Beg.	Risser- Stad.
9 27	Lumbal	20	2	-18	90	20	12	-8	40	2	1	-1	L 1	juv. idiop.	10 +	0
9 28	"	23	6	-17	74	24	14	-10	42	2	1	-1	L 2	juv. idiop.	12 +	0
9 29	"	26	7	-19	73	21	19	-2	11	2	2	0	L 1	idiop.	12 + 3	0
9 30	"	20	7	-13	65	12	12	0	0	1	1	0	L 1	"	13 + 7	0
9 31	"	17	6	-11	65	10	6	-4	40	1	0	-1	L 2	"	16 + 4	4,5
9 32	"	23	10	-13	56	24	28	+7	-33	2	2	0	L 2	"	15 + 4	2
9 33	"	35	24	-11	31	21	19	-2	11	2	2	0	L 2	"	15 + 5	4
9 34	"	27	23	-4	15	24	22	-2	8	2	2	0	L 2	"	13 + 7	1
n=8	Ø Lumbal	23,9	10,6	-13,3	55,6	19,1	16,5	-2,6	-13,6	1,7	1,4	-0,3		juv. idiop.	13 + 6	1,5
9 35	Thorakolumbal	28	-6	-34	121	12	11	-1	8	0	0	0	D12	juv. idiop.	9 + 1	0
9 36	"	20	5	-15	75	11	8	-3	27	1	0	-1	D12	"	11 + 1	0
n=2	Ø "	24	-0,5	-24,5	102	11,5	9,5	-2	17,5	0,5	0	-0,5			10 + 1	0
9 37	Dkth/thlb Typ 2	31/33	27 / 5	-4 / -28	13 / 85	20/10	15/14	-5/+4	25/-40	2/1	2/1	0	D7/D12	idiop.	13 + 0	0
9 38	Dkth/thlb Typ 1	18/25	9 / 4	-9 / -21	50/ 84	13/10	15/11	+2/+1	-15/-10	1/1	1/1	0/0	D9/L 2	inf. idiop.	13 + 0	0
9 39	"	33/43	5 / 8	-28 / -35	85/ 81	8/18	7/15	-1/-3	12/ 17	1/2	1/1	0/-1	D7/L 1	juv. idiop.	10 + 10	1
9 40	"	30/39	25 /19	-5 / -20	17/ 51	13/19	13/18	0/-1	0/ 5	1/2	1/2	0/0	D9/L 2	idiop.	13 + 8	0
9 41	"	15/23	15 /15	0 / -8	0/ 35	10/21	10/19	0/-2	0/10	1/2	1/2	0/0	D9/L 2	"	13 + 10	3
n=4	Ø "	24/32,5	13,5/11,5	-10,5/-21	44/ 65	11/17	11/16	0/-1	0/ 6	1/1,7	1/1,5	0/-0,2			12 + 10	1
n=15	Ø caudale Kr.	26,8	9	-17,8	66	17	15	-2	12	1,5	1,2	-0,3			12 + 10	1

Symptomatische Skoliosen

Korrektur des Krümmungswinkels (n. COBB)

Nr.	Skoliose- klassifizierung	Ausgangs- befund	Primärkorrektur abs.	Diff.	Korr.	Entwicklungsbeginn abs.	Diff.	Korr. %	Behandlungsende abs.	Diff.	Korr. %	Ätiologie	Alter b. Beg.	Risser- Stad.
9 42	Tkth/thlb	5/22	17 / 6	+12 / -16	-240 / 72,7	18	-8	30,8	10/ 8	+5/-14	-200/63,6	juv. n. Epiphysestolys fem. cap.	13 + 8	1
9 43	Thorakolumbal	26	7	-19	73							osteopathisch	14 + 10	0
9 44	Dkth/thlb Typ 2	50/58	50 /34	0 / -24	0 / 41,4							Neurofibromatosis	9 + 11	0
9 45	Dkth/thlb Typ 2	24/18	19 / 8	-5 / -11	20,8/58							Pubertas praecox	9 + 8	0

Tabelle V: Behandlungsverlauf klinischer Skolioseparameter

Nr.	Skoliose-Klassifizierung	Ausgangsbefund			Entwöhnungsbeginn			Behandlungsende			Behandlungsschluß	
		Th.-0	Rpb.	Lw.	Bt.	Th.-0	Rpb.	Lw.	Bt.	Th.-0	Rpb.	Lw.
♀ 1	Lumbal	L 1	-	L 1	-	L 1,5	-	L 1,5	-	L 0,5	-	L 0,8
♀ 2	"	R 1	-	R 0,5	R 1	-	-	R 0,5	-	L 1	R 0,8	-
♀ 3	"	L 2,5	R 0,5	L 1,5	L 1,5	-	-	L 0,5	L 0,5	-	L 0,3	R 0,8
♀ 4	"	L 2	L 0,5	L 1,3	L 0,7	-	R 0,7	R 0,5	L 0,3	-	R 1	L 1
♀ 5	"	R 2	R 1,5	R 2	R 1,5	-	R 0,5	R 0,5	R 1	R 2	L 0,5	R 0,5
♀ 6	Thorakolumbal	R	R 2,5	R 1	R 1	-	R 1,5	R 1,8	-	R 1	R 1,5	R 0,3
♀ 7	"	L	-	L 1	R 1	-	R 0,3	R 0,5	L 1,3	-	R 0,5	R 0,3
♀ 8	DKth/1b Typ1	L	L 3,5	R 0,3	L 2,5	L 1	L 0,5	R 0,5	L 1,5	L 1,5	R 0,5	L 2,5
♀ 9	"	L	L 4	L 0,5	L 1	L 2,5	L 0,5	R 2	L 0,3	L 1,8	L 1	L 1,5
♀ 10	"	L	L 1	R 0,5	L 1	L 1	L 0,8	R 0,3	L 2,4	L 0,5	L 2	L 0,5
♀ 11	DKth/1b Typ2	L	L 1,5	R 1,5	L 1	R 0,5	L 0,8	R 1,5	L 0,4	-	R 0,5	R 2
♀ 12	"	L	L 1,5	R 1	L 1	-	L 1,5	R 1	L 1,5	-	L 1	L 0,8
♀ 13	"	L	L 1	R 1,5	L 1	-	-	R 1,2	L 0,5	-	R 2	L 1,2
♀ 14	"	L	L 1	R 1,5	L 2,2	-	L 1	R 1,5	L 2	-	L 2	L 1,3
♀ 15	"	L	-	R 2,5	L 0,7	-	-	R 2,5	L 1	-	R 2,4	L 0,6
n=15	Ø	1,65	0,85	1,25	0,85	0,65	0,95	1,0	0,25	0,75	1,1	0,95
♀ 16	Lumbal	L	L 1,5	R 0,3	R 0,3	L 1,5	L 1	R 0,3	L 0,3	-	-	-
♀ 17	"	L	L 0,5	R 0,5	L 2,8	L 0,5	L 0,5	R 0,3	L 2,3	-	L 2	R 1,2
♀ 18	"	L	L 1	-	L 1,5	L 1	L 1	-	L 2,2	L 0,5	-	L 2
♀ 19	"	L	L 3	-	L 0,8	L 0,5	L 0,5	-	L 0,3	L 1,2	-	L 0,5
♀ 20	DKth/1b Typ2	L	R 0,5	R 1,5	L 1	-	-	R 1	L 0,5	-	R 1	L 1
n=20	Ø	1,55	0,75	1,25	0,8	0,6	0,8	1,0	0,35	0,7	0,9	1,0
♀ 21	Lumbal	L	L 2	R 1	L 1	-	-	R 0,3	L 0,3	-	-	-
♀ 22	"	R	R 3,5	-	R 1,5	R 0,7	L 1	R 0,3	R 1	R 0,8	-	-
♀ 23	"	R	R 1	L 0,7	-	L 1	L 0,5	R 0,5	L 0,3	L 1,5	-	-
♀ 24	Thorakolumbal	L	L 2,5	L 0,5	L 2,5	L 0,5	L 0,5	R 0,5	L 1,8	L 0,7	-	-
♀ 25	DKth/1b Typ1	L	-	R 1,5	L 0,3	-	-	L 1,5	R 1,2	L 0,3	-	-
♀ 26	"	L	L 1	R 1,5	L 0,5	-	L 0,5	R 2	L 0,4	-	-	-
n=26	Ø	1,6	0,8	1,2	0,75	0,65	0,8	0,95	0,4	-	-	-

Tabelle VI: Allgemeine Patiententendenzen

Fall- Sta- dium	Nr.	Skoliose- Klassifizierung	Ktio- logie	Alter b. Behandl. Beginn	Risser- Stad.	Zeitl. Abst.der Menarche	Kör.- (cm)	Beh.- dauer	Zeit n. Beh.- ende	Entwöhnungszeit t + n	Σ	Beh.- zeit %
abgeschlossene Behandlung	1	Lumbal	idiop.	12 + 8	0	3 + 6	161+ 6	2 + 2	0 + 10	4 + 3	2 + 0	28,1
	2	"	"	17 + 11	4,5	3 + 6	166-1,5	1 + 11	1 + 1	6 + 2	0	28,3
	3	"	"	14 + 10	4	3 + 2	158+ 3	2 + 3	1 + 4	6 + 1	2 + 2	32,4
	4	"	"	14 + 9	3	1 + 11	171+2,5	1 + 4	1 + 0	0	0	0
	5	"	"	15 + 6	3,5	1 + 3	155+ 6	2 + 4	1 + 1	9 + 1	4 + 2	13 + 3
	n=5	Ø "	"	15 + 2	3	2 + 0	162+3,2	2 + 0	1 + 0,5	5 + 1	1 + 3	7 + 1
	6	Thorakolumbal	"	15 + 7	4	4 + 6	163+0,5	1 + 9	1 + 0	13+0	0	12 + 1
	7	"	"	15 + 4	4	3 + 0	159+ 2	1 + 6	1 + 5	8 + 0	0 + 2	8 + 2
	n=2	Ø "	"	15 + 5,5	4	3 + 9	161+1,2	1 + 7,5	1 + 2,5	10+2	0 + 1	10 + 3
	8	Doppelkurve	"	15 + 9	3,5	1 + 0	164+2,8	2 + 4	0 + 9	2 + 3	3 + 2	6 + 1
Beh.-tende	9	th/lb Typ 1	"	16 + 2	2,5	---	167+ 7	2 + 8	0 + 9	5 + 0	6 + 0	11 + 0
	10	"	"	13 + 5	1	-0+ 3	167+ 0	2 + 8	0 + 9	4 + 3	2 + 0	6 + 3
	n=3	Ø "	"	15 + 1	2,3	0 + 4,5	166+3,3	2 + 6,7	0 + 9	4 + 1	3 + 3	8 + 0
	11	DKth/lb Typ 2	"	15 + 3	5	1 + 4	175+ 2	1 + 8	1 + 6	5 + 1	1 + 2	6 + 3
	12	"	"	16 + 4	5	3 + 3	160+ 1	2 + 2	1 + 10	6 + 0	3 + 0	9 + 0
	13	" + MW	"	14 + 7	4,5	1 + 6	168+ 0	2 + 3	0 + 10	7 + 3	5 + 2	13 + 0
	14	"	"	16 + 4	4,5	2 + 9	175+1,5	0 + 9	1 + 0	0	0	0
	15	"	"	14 + 9	4	2 + 9	166-0,6	3 + 1	1 + 0	14+3	8 + 0	23 + 0
	n=5	Ø "	"	15 + 5	4,6	2 + 4	169+0,8	2 + 0	1 + 3	6 + 1	3 + 2	9 + 3
	n=15	Ø caudate Kr.	"	15 + 3	3,5	2 + 1	165+ 2	2 + 0,5	1 + 1	6 + 2	2 + 2	9 + 0
Entwöhnung	16	Lumbal	"	14 + 11	2	2 + 5	167+ 2	2 + 2	1 + 6	5 + 1	1 + 2	6 + 3
	17	"	"	14 + 3	3,5	2 + 6	165+0,8	2 + 0	0 + 9	6 + 0	3 + 0	9 + 0
	18	"	"	15 + 11	3	---	184+4,6	2 + 0	0 + 9	7 + 3	5 + 2	13 + 0
	19	"	"	13 + 1	1	0 + 9	150+3,5	2 + 5	1 + 0	0	0	0
	20	DKth/lb Typ 2	inf.	12 + 11	1,5	0 + 9	160+3,5	3 + 2	1 + 3	8 + 0	23 + 0	67,5
	n=20	Ø caudate Kr.	"	15 + 0	3,2	2 + 1	165+2,3	2 + 1,5	1 + 1	6 + 2	2 + 2	9 + 0
	21	Lumbal	iuv.	12 + 4	0	---	161+ 7	2 + 0	1 + 6	5 + 1	1 + 2	6 + 3
	22	"	"	13 + 8	4,5	0 + 7	164+3,3	2 + 0	0 + 9	6 + 0	3 + 0	9 + 0
	23	"	"	15 + 1	3	2 + 6	173+ 2	2 + 0	0 + 9	7 + 3	5 + 2	13 + 0
	24	Thorakolumbal	"	13 + 5	2	0 + 6	171+ 5	2 + 0	0 + 9	6 + 0	3 + 0	9 + 0
Entwöhnung	25	DKth/lb Typ 1	iuv.	12 + 0	1	0 + 2	164+6,5	2 + 0	0 + 9	6 + 0	3 + 0	9 + 0
	26	"	"	13 + 4	0	---	181+13,8	2 + 0	0 + 9	6 + 0	3 + 0	9 + 0
	n=26	Ø caudate Kr.	"	14 + 6	2,9	1 + 8	166+3,2	2 + 0	0 + 9	6 + 0	3 + 0	9 + 0

LITERATURVERZEICHNIS

- AARO, St., BURSTRÖM, R., DAHLBORN, M.: The derotating effect of the Boston-brace.
Spine 6 (1981) 477
- AARO, St., DAHLBORN, M.: Estimation of vertebral rotation and the spinal and rib cage deformity in scoliosis by computer tomography.
Spine 6 (1981) 460
- AARO, St., BERG, U.: The immediate effect of Boston-brace on renal function in patients with idiopathic scoliosis.
Clin. Orthop. 170 (1982) 243
- AXELGAARD, J.: Scoliotic curvature induced by electrical stimulation.
University of Southern Californien, 1976
- AXELGAARD, J., BROWN, J.C., SWANK, S.M.: Scoliosis treatment by lateral electrical stimulation.
16th Annual Meeting, Montreal 1982
- BAUER, R.: Die operative Behandlung der Skoliose. Aktuelle Probleme in Chirurgie und Orthopädie. Bd. 11.
Hans Huber Verlag, Bern 1979
- BEALS, R.K.: Nosologic and genetic aspects of scoliosis.
Clin. Orthop. 93 (1973) 23
- BELLYEI, A., CZEIZEL, A., BARTA, O., MAGDA, I., MOLNAR, L.: Prevalence of adolescent idiopathic scoliosis in Hungary.
Acta Orthop. Scand. 48 (1977) 177
- BENGTSOON, G., FÄLLSTRÖM, K., JANSSON, B., NACHEMSON, A.: A psychological and psychiatric investigation of the adjustment of female scoliosis patients.
Acta Psychiat Scand 50 (1974) 50
- BENSON, D.R., SCHULTZ, A.B., DeWALD, R.L.: Roentgenographic evaluation of vertebral rotation.
J Bone Joint Surg 58A (1976) 1125
- BEYELER, J.: Progredienz und Symptomatik bei Lumbalskoliosen.
Vortrag gehalten auf der Sitzung des Arbeitskreises Skoliose anlässlich der 25. Jahrestagung der Vereinigung Süddeutscher Orthopäden in Baden-Baden am 30. 4. 1977
- BJURE, J., NACHEMSON, A.: Non-treated scoliosis.
Clin. Orthop. 93 (1973) 44
- BLOUNT, W.P., SCHMIDT, A.C., KEEVER, E.D. & LEONARD, E.T.: The Milwaukee brace in the operative treatment of scoliosis. JBJS 40A (1958) 511
- BLOUNT, W.P., SCHMIDT, A.C. & BIDWELL, R.G.: Making the Milwaukee brace
J Bone Joint Surg 40A (1958) 526

- BLOUNT, W.P., MOE, J.H.: The Milwaukee brace.
The Williams and Wilkins Co., Baltimore 1973
- BLOUNT, W.P., MELLENCAMP, D.D.: The effect of pregnancy on idiopathic scoliosis.
J Bone Joint Surg 62A (1980) 1083
- BLOUNT, W.P.: The virtue of early treatment of idiopathic scoliosis.
Editorial J Bone Joint Surg 63A (1981) 335
- CAILLET, R.: Scoliosis: Diagnosis and management.
Berlin 1975
- CARR, W.A., MOE, J.H., WINTER, A.B. and LONSTEIN, J.E.: Treatment of idiopathic scoliosis in the Milwaukee brace.
J Bone Joint Surg 62A (1980) 599
- CHENEAU, J.: Die Derotationsorthese n. Chêneau.
(Chêneau-Korsett, Kurs in Tübingen 1981)
- COBB, J.R.: Outline for the study of scoliosis. Instructional course lectures.
American academy of orthopaedic surgeons 5 (1948) 261
- COBB, J.R.: Scoliosis quo vadis.
J Bone Joint Surg 40A (1958) 507
- COBB, J.R.: The problem of the primary curve.
J Bone Joint Surg 42A (1960) 1413
- COENEN, W., CORNILS, P., NERZ, P., POLLACK, W., NOWAK, J.:
dem Boston-Korsett zur Skoliose-Behandlung in der orthopädischen Fachpraxis.
Orthop. Praxis 3 (1982) 242
- COLLIS, D.K. & PONSETI, I.V.: Long-term follow-up of patients with idiopathic scoliosis not treated surgically.
J Bone Joint Surg 51A (1969) 425
- DEBRUNNER, H.: Orthopädisches Diagnostikum.
3. Auflage, Stuttgart 1978
- DWYER, A.F., NEWTON, N.C., SHERWOOD, A.: An anterior approach to scoliosis. A preliminary report.
Clin. Orthop. 62 (1969) 192
- EBENHÖH, A.: Das Cheneau-Korsett zur Behandlung thorakaler, thorakolumbal-
er und kombinierter Skoliosen.
Med.-orthop.-Techn. 6 (1982) 145
- EDELMANN, P.: Indikationen, Probleme und Grenzen der Bostonkorsett-Ver-
sorgung in der konservativen Skoliosebehandlung.
Med.-orthop.-Techn. 2 (1979) 60

- EDELMANN, P.: Erste Erfahrungen mit dem Boston-Korsett.
Orthop. Praxis 3 (1980) 201
- EDELMANN, P.: Beckengeradstand oder Sacrumgeradstand?
Z. Orthop. 119 (1981) 111
- EDMONSON, A.S. & MORRIS, J.T.: Follow up study of Milwaukee brace treatment in patients with idiopathic scoliosis.
J Bone Joint Surg 55A (1973) 439
- EULERT, J.: Behandlungsindikationen der Skoliose.
Therapiewoche 31 (1981) 1830
- FAIT, M. & JANOVEC, M.: Establishing of the rotation angle in the vertebra.
Scripta medica, Fac. Med. Brun. 43 (1970) 207
- FERGUSON, A.B.: Study and treatment of scoliosis.
Sth. Med. J., Nashville 23 (1930) 116
- FERGUSON, A.B.: Roentgen diagnosis of the extremities and spine.
Ann. Roentg. 17 (1939) 365
- FIGUEIREDO, U.M., JAMES, J.I.P.: Juvenile idiopathic scoliosis.
J Bone Joint Surg 63B (1981) 61
- FISK, J.R., WINTER, R.B., MOE, J.H.: The lumbosacral curve in idiopathic-scoliosis. Its significance and management.
J Bone Joint Surg 62A (1980) 39
- GOETZE, H.G.: Die Bedeutung des Rotationsindex für die prognostische Beurteilung von idiopathischen Thorakalskoliosen.
Z. Orthop. 113 (1975) 563
- GOETZE, H.G.: Prognose und Therapie der kongenitalen Skoliose.
Z. Orthop. 116 (1978) 258
- GOETZE, H.G., WENGER, D., HEINE, J.: Langzeitergebnisse der funktionellen Skoliosebehandlung mit dem Milwaukee-Korsett.
Med.-orthop.-Techn. 2 (1979) 45
- GOLDSTEIN, L.A., WAUGH, T.R.: Classification and terminology of scoliosis.
Clin. Orthop. 93 (1973) 10
- GREULICH, W.W., PYLE, T.R.: Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist.
Oxford University Press, London 1950
- GRONING, H.: Persönliche Mitteilung 1982.
- GSCHWEND, N.: Die Bedeutung des Vorzustandes als Ursache von Kreuzschmerzen.
Orthopäde 1 (1972) 141

- HALL, J.E., MILLER, M.E., SCHUMANN, W., STANISH, W.: A refined concept in the orthotic management of scoliosis.
Orthot Prosthet 4 (1975) 7
- HALL, J.E.: Manual for "The boston brace system" workshop, Boston 1977
- HARRINGTON, P.R.: Treatment of scoliosis. Correction and internal fixation by spine instrumentation.
J Bone Joint Surg 44A (1962) 591
- HEINE, J., REHER, H.: Die Progredienz der unbehandelten idiopathischen Skoliose bis Wachstumsabschluß.
Z. Orthop. 113 (1975) 87
- HEINE, J., DAUME, R., STEINHAUSEN, D.: Die Aussagekraft der Bending-aufnahmen bei Skoliosepatienten.
Orthop. Praxis 2 (1981) 133
- HEINE, J., ALTEKRUSE, F.: Die Elektrostimulation in der Frühbehandlung der Skoliose.
Zitat aus: Meznik, F., Böhler, N.: Die Skoliose.
Buchreihe für Orthopädie u. orthop. Grenzgebiete Bd. 5
MLV, Uelzen 1982
- HIBBS, R.A.: An operation for progressive spinal deformities.
New York J. 93 (1911) 1013
- HILPERT, P.: Die Lungenfunktion bei Skoliosepatienten.
Z. Orthop. 113 (1975) 538
- INGELMARK, B.E., LEVIN, TH.: Asymmetrien und Formabweichungen des Achsen-skeletts besonders im Hinblick auf die Skoliose.
In: Die Wirbelsäule in Forschung und Praxis, Bd. 40: Die Begutachtung der verletzten Wirbelsäule.
Hippokrates, Stuttgart 1968, 83
- JENTSCHURA, G.: Indications for operation in lumbar scoliosis.
In: G. Chapchal (Hrsg.), Operative treatment of scoliosis.
Thieme, Stuttgart 1973
- KAISER, R.P., SHUFFLEBARGER, H.L.: The Milwaukee-brace in idiopathic scoliosis. Evaluation of 123 completed cases.
Clin. Orthop. 118 (1976) 19
- KANE, W.J., MOE, J.H.: A scoliosis - prevalence survey in Minnesota.
In: Clin. Orthop. 69 (1970) 216
- KAHANOVITZ, N., LEVIN, D.B., LARDONE, J.: The part-time Milwaukee-brace treatment of juvenile idiopathic scoliosis.
Clin. Orthop. 167 (1982) 145
- KARPF, P.M., ZIELKE, K.: Zur Prognose der idiopathischen Skoliose.
Fortsch. Med. Jg. 96 (1978) 39, 1945

- KLING, T.F., DRENNAN, J.C., GRYBOSKI, J.D.: Esophagitis complicating scoliosis management with the Boston-thoracolumbal orthosis. Clin. Orthop., 159 (1981) 208
- LEHNER, J.T., LORBER, C.: A community experience with the Boston-thoracolumbal spinal orthosis. 130 consecutive cases. Am. Academy of Orthop. Surg. 49th Annual Meeting, New Orleans, 1982
- LEHNERT-SCHROTH, Chr.: Die Behandlung der Skoliose nach dem System Schroth. In: Krankengymnastik (1975) 322
- LONSTEIN, J.E., BJORKLUND, S., WANNINGER, M.H., NELSON, R.P.: Voluntary school screening for scoliosis in Minnesota. J Bone Joint Surg 64A (1982) 481
- MACEWEN, G.D. & COLWELL, H.R.: Familial incidence of idiopathic scoliosis and its implications in patient treatment. J Bone Joint Surg 52A (1970) 405
- McMASTER, J.M., OHTSUKA, K.: The natural history of congenital scoliosis. J Bone Joint Surg 64A (1982) 1128
- MATTHIAS, H.H., LUCAS, H., BENKELBERG, B.: Erste Erfahrungen mit der Derotationsorthese von Chêneau. Med.-orthop.-Techn. 2 (1979) 64
- MAU, H., GABE, I.: Die sogenannte Säuglingsskoliose und ihre krankengymnastische Behandlung. Thieme, Stuttgart 1962, 2. Aufl. 1981
- MAU, H.: Die Differentialdiagnose der beg. Skoliose beim M. Scheuermann gegenüber der idiopathischen Skoliose. Z. Orthop. 120 (1982) 58
- MAU, H.: Die Ätiopathogenese der Skoliose. Bücherei des Orthopäden Bd. 33, Enke Verlag Stuttgart 1982
- MELLENCAMP, D.D., BLOUNT, W.P. and ANDERSON, A.J.: Milwaukee brace treatment of idiopathic scoliosis. Clin. Orthop. 126 (1977) 47
- MEHTA, M.H.: The rib-vertebra angle in the early diagnosis between resolving and progressive infantile scoliosis. J Bone Joint Surg 54B (1972) 230
- MEHTA, M.H.: Radiographic Estimation of vertebral rotation in scoliosis. J Bone Joint Surg 55B (1973) 513
- MEZNIK, F., BÖHLER, N.: Die Skoliose. Buchreihe für Orthopädie u. orthopädische Grenzgebiete Bd. 5. Medizinisch literarische Verlagsgesellschaft mbH, Uelzen 1982
- MOE, J.H.: Critical Analysis of methods of fusion for scoliosis. J Bone Joint Surg 40A (1958) 529

- MOE, J.H., KETTELSON, D.: Idiopathic scoliosis analysis of curve pattern and preliminary results of Milwaukee-brace treatment in 169 patients. *J Bone Joint Surg* 52 (1970) 1509
- MORSCHER, E.: Probleme der Therapie der Lumbalskoliose.
Vortrag gehalten auf der Sitzung des Arbeitskreises Skoliose anlässlich der 25. Jahrestagung der Vereinigung Süddeutscher Orthopäden in Baden-Baden am 30. 4. 1977
- NACHEMSON, A.: A long term follow-up study of non-treated scoliosis. *Acta orthop. scand.* 39 (1968) 466
- NACHEMSON, A.: Longitudinal studies in natural history and prevalence of scoliosis.
American Scoliosis Research Society, Report 1976
- NASH, C.L., MOE, J.H.: A study of vertebral rotation. *J Bone Joint Surg* 51A (1969) 223
- NEUGEBAUER, H.: Die Mieder-Hormon-Therapie idiopathischer Skoliosen nach 10 Jahren Erfahrung. Indikation und praktische Anwendung. *Med. Orthop. Techn.* 99 (1979) 51
- NIETHARD, F.U.: Formveränderungen der Lendenwirbelsäule bei Beinlängendifferenz. *Z. Orthop.* 120 (1982) 167
- NILSSONNE, U. & LUNDGREN, K.D.: Long-term prognosis in idiopathic scoliosis. *Acta orthop. scand.* 39 (1968) 456
- NORDWALL, A.: Studies in idiopathic scoliosis. Relevant to etiology, conservative and operative treatment. *Acta Orthop Scand (Supl)* 150 (1973) 91
- NOTTAGE, W.M., WAUGH, TH.R., McMASTER, W.C.: Radiation exposure during scoliosis screening radiography. *Spine* 6 (1981) 456
- PELKER, R.R., GAGE, J.R.: The correlation of idiopathic lumbar scoliosis and lumbar lordosis. *Clin. Orthop.* 163 (1982) 199
- PEYER, J.: Die Skoliose beim Erwachsenen. *Z. Orthop.* 113 (1975) 577
- PINK, P.: Störungen im Bereich des lumbosakralen Überganges als Ursache für Skoliosen. *Orthop. Praxis* 13 (1977) 49
- POLSTER, J., KRENZ, J.: Beobachtungen aus sozialer Sicht an konservativ behandelten Skoliosekranken. *Z. Orthop.* 109 (1971) 637
- PONSETI, I.V., FRIEDMAN, B.: Prognosis in idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg* 32A (1950) 381

- PONSETI, I.V.: Pathogenesis of scoliosis.
Clin. Orth. 120 (1976) 268
- RESKE, W.: Reflexhaltung als Ursache für Skoliosen.
In: Ztschr. f. Orthop. 94 (1961) 586
- RISSER, J.C.: The iliac apophysis: an invaluable sign in the management of scoliosis.
Clin. Orthop. 11 (1958) 111
- RISSER, J.C.: Scoliosis: past and present.
J Bone Joint Surg 46A (1964) 167
- ROBIN, G.C., SPAN, Y., STEINBERG, R., MAKIN, M., MENCZEL, J.: Scoliosis in the elderly.
Spine 7, No. 4 (1982) 355
- ROGALA, E.J., DRUMMOND, D.S., GURR, J.: Scoliosis: Incidence and natural history.
J Bone Joint Surg 60A (1978) 173
- ROHLMANN, A., SIRAKY, J., GRONING, H.:
Vermessung nach dem optrimetrischen Verfahren.
Persönliche Mitteilung 1983
- ROMPE, G., SPRINGORUM, H.W.: Das Problem der Beinlängendifferenz bei Lumbalskoliose.
Orthop. Praxis 2 (1982) 121
- SCHEIER, H.: Prognose und Behandlung der Skoliose.
Stuttgart 1967
- SHANDS, A.R., Jr., BARR, J.S., COLONNA, P.C. & NEALL, L.: End result study of the treatment of idiopathic scoliosis.
J Bone Joint Surg 23 (1941) 963
- SHANDS, A.R., Jr. & EISBERG, H.B.: The incidence of scoliosis in the state of Delaware: A study of 50.000 minifilms of the chest made during a survey for tuberculosis.
J Bone Joint Surg 37A (1955) 1243
- SIGUDA, P.: Die Korsettbehandlung der Skoliose.
Therapiewoche 31 (1981) 1836
- SMYRNIS, P.N., VALAVANIS, J., ALEXOPOULOS, A., SIDERAKIS, G., GIANNISTRAS, N.J.: School screening for scoliosis in Athens.
J Bone Joint Surg 61B (1979) 215
- STAGNARA, P.: Prognose kindlicher und jugendlicher Skoliosen.
Orthopäde 1 (1973) 215

- STAGNARA, P., MOLLON, G.: Das Lyonerkorsett zur Behandlung von Skoliosen.
Med.-orthop.-Techn. 93 (1976) 14
- STARK, E., SWANK, S., BROWN, J.: Moire topographie for assessment of mild scoliotic deformity.
Western. Orthop. Assoc. 1981, 45th Annual Meeting, Portland 1981
- STEINDLER, A.: J Bone Joint Surg 31B (1949) 173
- TANNER, J.M.: Wachstum und Reifung des Menschen.
Thieme Verlag Stuttgart 1962
- TERMINOLOGY COMMITTEE OF The SCOLIOSIS RESEARCH SOCIETY: A glossary of scoliosis terms.
Spine 1 (1976) 57
- TORREL, G., NORDWALL, A., NACHEMSON, A.: The changing pattern of scoliosis treatment due to effective screening.
J Bone Joint Surg 63A (1981) 337
- WARREN, M. et al.: School screening for scoliosis.
Lancet (1981) Aug. 15:2 (8242) 345
- WAUGH, T.R.: Intravital measurements during instrumental correction of idiopathic scoliosis.
Acta Orthop. Scand. Suppl. 93, 1966
- WATTS, H.G., HALL, J.E., STANISH, W.: The Boston brace system for the treatment of low thoracic and lumbar scoliosis by the use of a girdle without superstructure.
Clin. Orthop. 126 (1977) 87
- WEBER, M.: Hypermobilität und Skoliose.
Orthop. Praxis 16 (1980) 117
- WEH, L., GRABBE, E., WEICHEL, K.: Möglichkeiten und Grenzen der Computertomographie bei Skoliosen.
Orthop. Praxis 2 (1981) 131
- WEINSTEIN, S.L., ZAVALA, D.C., PONSETI, J.: Idiopathic scoliosis long-term follow-up and prognosis in untreated patients.
J Bone Joint Surg 63A (1981) 702
- WESTGATE, H.D.: Pulmonary function in thoracic scoliosis before and after corrective surgery.
Minnesota Med. 53 (1970) 839
- WHITE, A.A., PANJAB, M.M.: The clinical biomechanics of scoliosis.
Clin. Orth. 118 (1976) 100
- WICKERS, F., BUNCH, D.W., BARNETT, P.M.: Psychological factors in failure to wear the Milwaukee-brace for treatment of idiopathic scoliosis.
Clin. Orthop. 126 (1977) 62
- WINTER, R.B.: Scoliosis and other spinal deformities.
Acta Orthop. Scand. 46 (1975) 400

- WYNNE-DAVIES, R.: Familial (idiopathic) scoliosis. A family survey.
J Bone Joint Surg 50B (1968) 24
- ZAPFE, E., GAUDIN, B.: Das Milwaukee-Korsett in der Behandlung der
Skoliose und Kyphose.
Orthop. Praxis 3 (1980) 197
- ZAOUSSIS, A.L. & JAMES, J.I.P.: The iliac apophysis and the evolution
of curves in scoliosis.
J Bone Joint Surg 40B (1958) 442
- ZIELKE, K., STUNKAT, R., DUQUESNE, J., BEAUJEAN, F.: Ventrale
Derotationsspondylodese.
Orthop. Praxis 9 (1975) 562
- ZORAB, P.A.: Scoliosis and growth.
Churchill Livingstone, Edinburgh - London 1971

Lebenslauf

Am 2. Oktober 1956 wurde ich als Sohn des Zahntechnikermeisters Hans-Jürgen Sander und seiner Ehefrau Marianne Sander, geb. Rischke in Berlin geboren.

Nach dem Besuch der Grunewald-Grundschule in Berlin von 1963 - 1969 wechselte ich auf das Walther-Rathenau-Gymnasium, wo ich 1975 das Abitur ablegte.

Seit dem Wintersemester 1975/76 studierte ich Humanmedizin an der Freien Universität Berlin. Im Mai 1982 schloß ich das Medizinstudium mit der Approbation als Arzt ab.

Im Wintersemester 1982/83 habe ich ein Mathematikstudium an der Freien Universität Berlin begonnen.

Berlin, den 22. 4. 1983

